

Besoins de l'ingénierie et de la maintenance pour assurer la disponibilité d'un système ebus

Retour d'expérience des tpg

Olivier Augé / 05 juin 2024

BUS24 

GED #724649





transport publics genevois



Chiffres clés –Rapport annuel 2023

- 32'538'000 km parcourus par les convois
(~ 89'145 km/jour)
- 555 millions Passenger.km/an
(~1'520'000 passenger.km/jour)
- 593'000 Passagers transportés par jour
- 2'279 Collaborateurs
 - Exploitation: 1'601
 - Technique: 365
 - Administration: 313
- 476 Véhicules
(tramways, trolleybus et bus hors sous-traitance)
- 77 Lignes



Flotte 2023

Tramways, trolleybus et bus

126 Trams



104 Trolleybus



232 Bus diesel (189 Articulés)



12 eBus

1

Electrification de la flotte autobus aux tpg

De l'innovation à l'approche réseau en passant par une ligne en service depuis 2018

Electrification 1/4: Innovation 2010-2016

Partenariat Public-Privé



- Première mondiale de bus articulé électrique (132 passagers)
- Une batterie de **38 kWh**
- La recharge Flash en 20 secondes

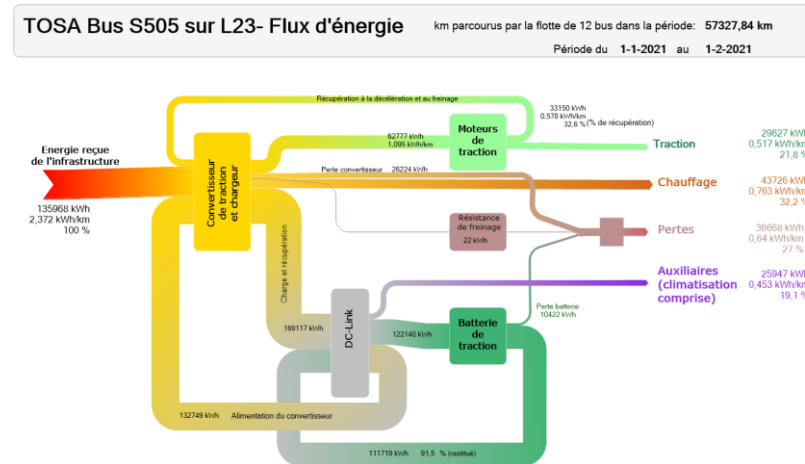
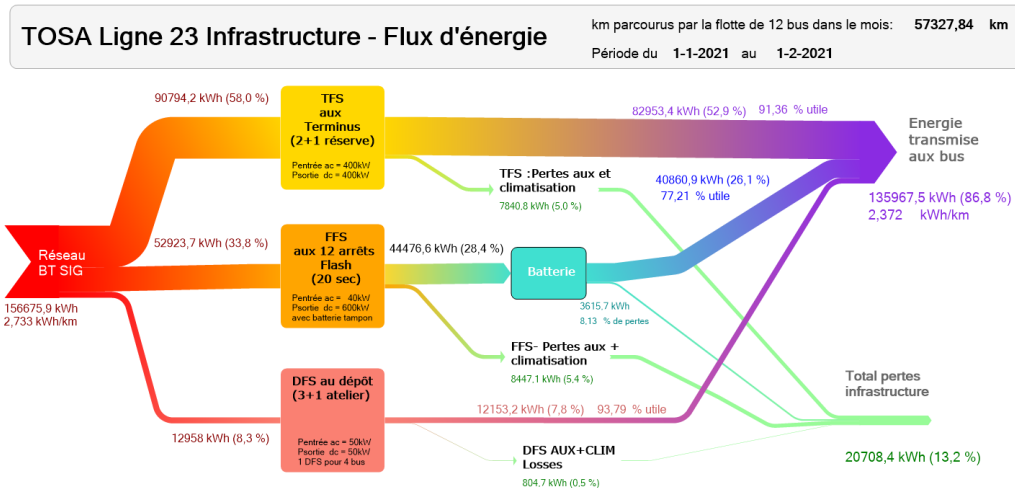
- Transporter des passagers pas des batteries
- Inauguration pendant le Congrès Mondial UITP 2013 à Genève



Electrification 2/4: Déploiement sur L23

Une expérience unique depuis 2018

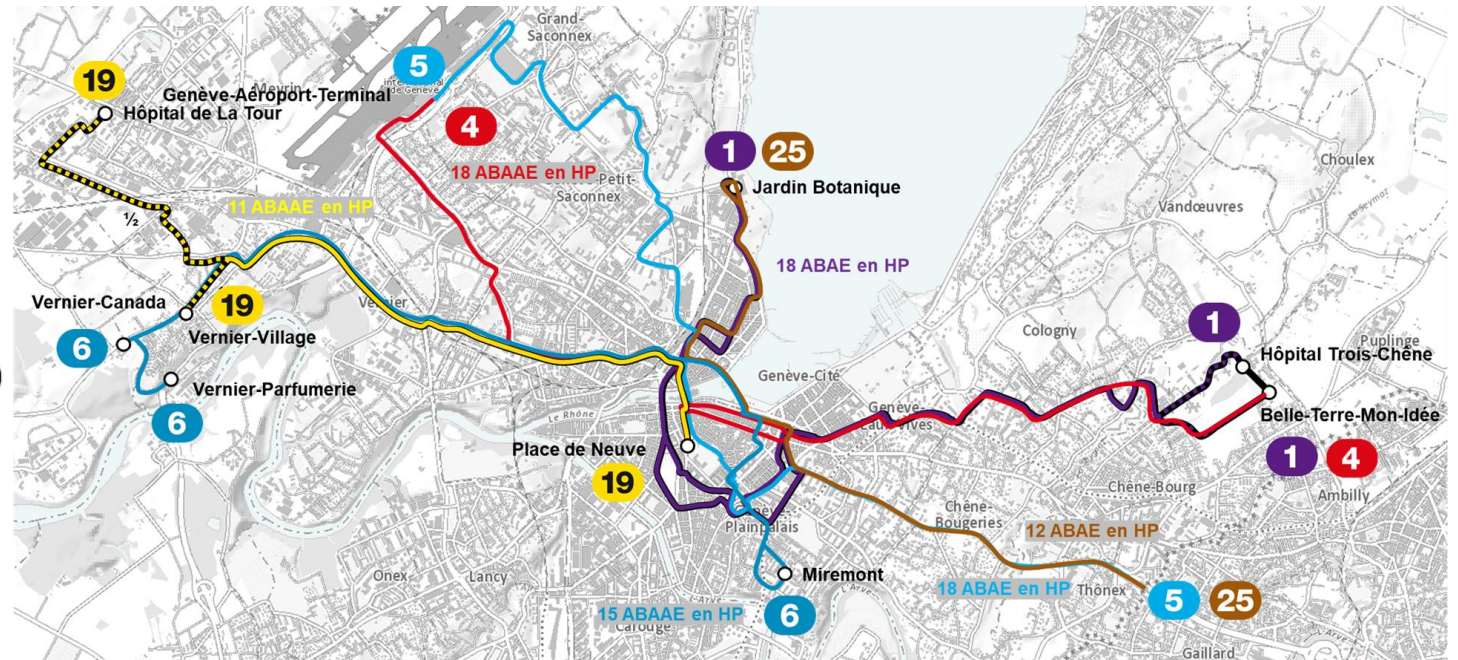
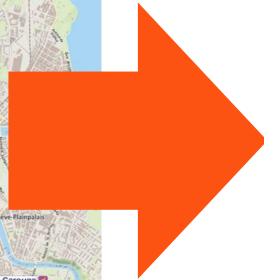
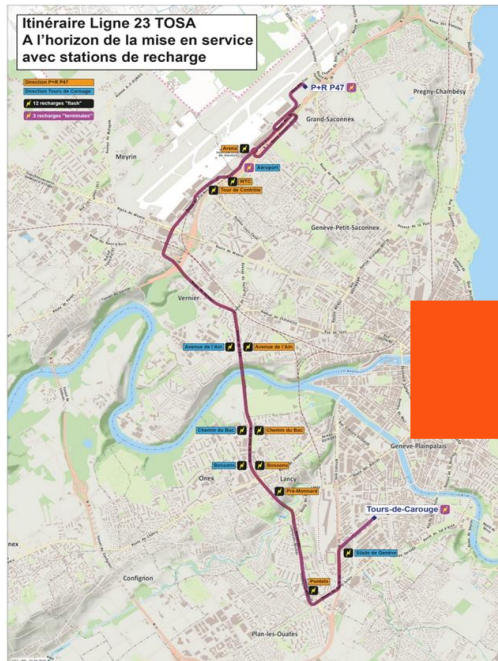
- Projet phare soutenu par la Confédération
- 12 bus articulés, 2 terminus et 12 flash
- 3.6 Mkm parcourus, disponibilité >98.7%
- > 70'000'000 passagers.km effectués
- Retour d'expérience avec véhicules et infrastructures communicants



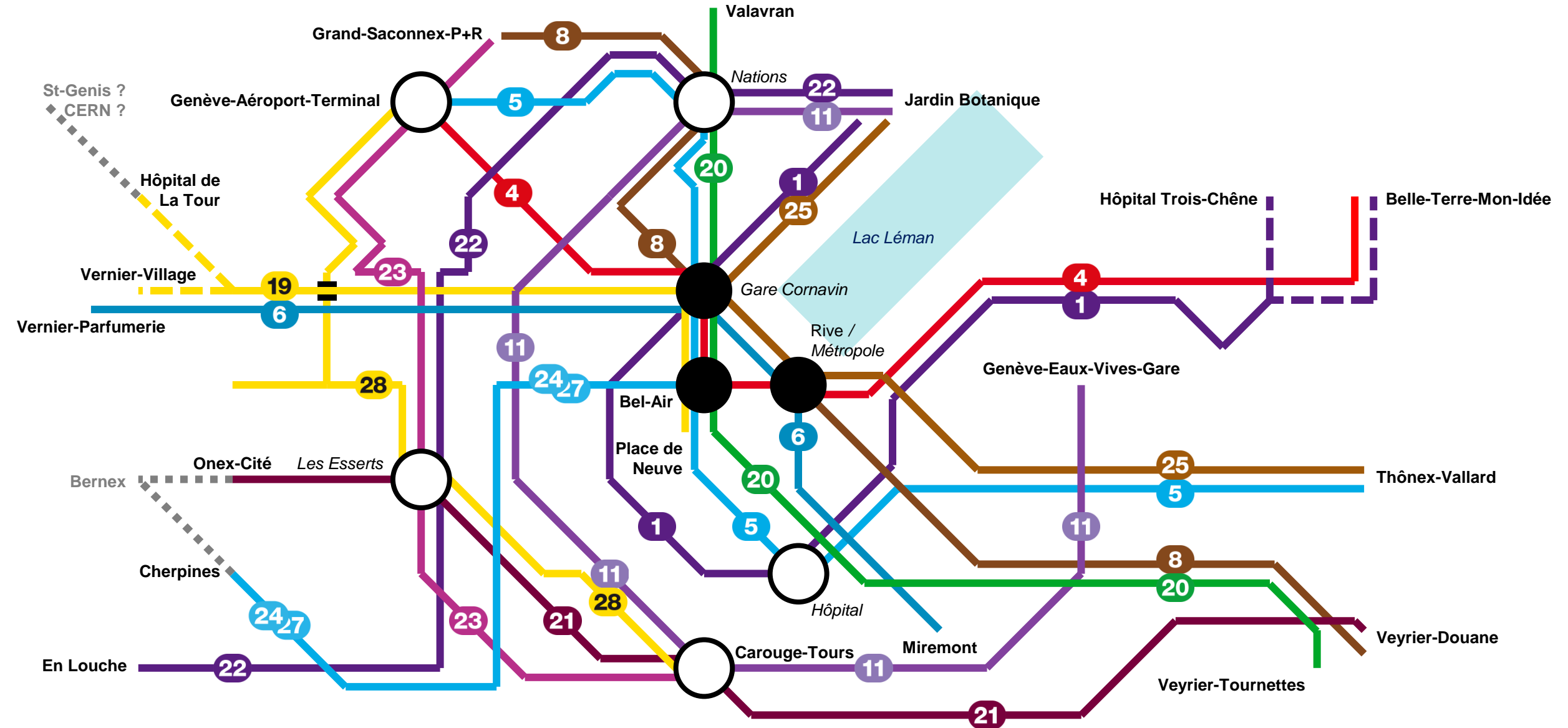
Electrification 3/4: CAP2030 1^{ère} étape

Après la ligne, le réseau dès 2025

- Approche réseau: 1^{ère} phase avec 6 lignes principales
- Flotte grande capacité : 65 bus articulés et 56 bus double-articulés
- Concept optimisé basé sur expérience L23 et évolutions techno.



Electrification 4/4 : CAP2030 Réseau urbain 2030



2 Assurer la disponibilité

Est-ce que la transition énergétique change les objectifs, les métiers, les procédures, les outils?

Système E-Bus: Assurer la disponibilité

Qu'est-ce qui a changé ?

La transition énergétique n'arrive pas seule.

Au-delà des nouvelles infrastructures et l'impact sur l'exploitation du mode de recharge, d'autres changements arrivent.

- Pour les exploitants de trolleybus avec batterie le pas est un peu moins important.
- Nouveaux systèmes de climatisation/chauffage (pompe à chaleur, CO2/R744, abandon R134,R407...)
- L'arrivée des batteries et leur spécialisation
 - Technologies (LFP, LTO, NMC...) selon l'application et leur génération
 - Pas de standard sur la gestion des batteries (BMS: SoC, SoH sont différents selon chaque fournisseur)
 - Obsolescence du pack pouvant arriver avant le 1^{er} changement de batterie
- ITxPT arrive en même temps
 - Obsolescence des anciens systèmes embarqués (comptage, CCTV, écrans, girouettes...)
 - Forte dépendance au fournisseur de SAE (drivers, architecture IT, cybersécurité,...)
- Même les pneus sont différents



Systeme E-Bus: Assurer la disponibilité

σtpg

Besoins de l'Ingénierie et de la maintenance

- Ingénierie: De l'Innovation à la fiabilisation
 - Innovation
 - Acquisition
 - Réception et garantie
 - Cycle de vie
- Maintenance : Evolution du métier et procédure
 - Formation
 - Réception
 - Préventif
 - Correctif
 - Prédictif

EVOLUTION
REVOLUTION

CHANGE
MANAGEMENT
IMPROVEMENT
RESISTANCE
KNOWLEDGE
STRUCTURE
MODEL
STRATEGY
BOOK
WORDS
MECHANICAL
PROJECTS
APPROACH
IMPROVE
LEADERS
RESULT
ACCOUNTABILITY
CHANGES
VALUES
TOM
PSYCHOLOGY
MANY
CEO
DAY
REALIZE
THOUGHT
FOCUS
IMPLEMENTATION
EFFECTIVELY
REQUIRED
PROCESS
SIDE
SYSTEM
ENVIRONMENT
PERFORMANCE
DESIGN
CHANGED
SUCCESSION
PRACTICES
INCLUDING
EMPLOYEES
BEST
WORK
MANAGE
PEOPLE
FIELD
OWNERSHIP
CULTURE
EARLY
INITIATIVES
BUSINESS
NEW
TECHNIQUES
MANUAL
COMPANIES
PREDICTABILITY

Système E-Bus: Assurer la disponibilité

Besoins de l'Ingénierie

— Ingénierie

— En phase d'acquisition

- Monitoring: Quelles données sont nécessaires ?
- Accès et gestion des données
 - Complexité des architectures, disponibilités des outils et cohérence des données
 - Existence d'outils d'ingénierie de bout-en-bout pour assurer la bonne exécution des évolutions

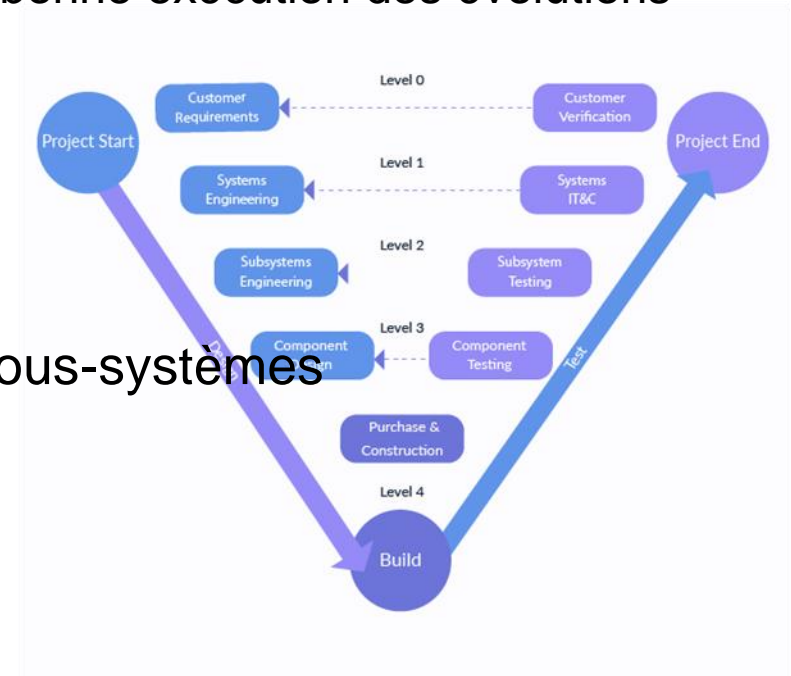
— Réception et garantie

- Fiabilisation - Traitement des Non-Conformités :
 - Accès aux données dès le premier jour
 - Syndrome de la 1^{ère} fois : 1^{er} véhicule, 1^{er} client...
 - Documentation et suivi des cas

— Suivi des performances énergétiques: consommation des sous-systèmes

— Cycle de vie

- Gestion des modifications
- Gestion des obsolescences



Systeme E-Bus: Assurer la disponibilité

Besoins de la maintenance

— Maintenance: Elements clés

— Formation

- Créer la confiance → Focus important sur la sécurité
- Eviter les boites noires → Accès et maitrise des outils de debuggage du constructeur

— Réception

- Participation aux visites pendant la construction
- Participation aux essais de réception

— Préventif

- Identifier les éléments critiques et adapter le plan de maintenance

— Correctif

- Outils et partage d'informations (datalogger,...) commune avec le constructeur

— Prédictif

- Comment intégrer le prédictif dans la gestion de la maintenance ?
- Peut-on vraiment réduire l'indisponibilité des véhicules et de l'infrastructure?



Système E-Bus: Les données et l'IA

L'IA ou plutôt le Machine Learning peut-il aider ?

- A faire et ne pas faire
 - Ne dites pas que l'IA n'est pas utile → Vous passerez pour un dépassé
 - Ne dites pas que l'IA serait très utile → Vous passerez pour un rêveur
- Dans quelle phases l'IA peut-elle jouer un rôle ?
 - Acquisition: Vérifier les exigences du cahier des charges ?
 - Réception et garantie: Etablir une check-list ?
 - Change Management: Aide pour gérer les peurs ?
 - Cycle de vie: Identifier les causes racines possibles ?
- Questions que l'on peut se poser sur l'IA?
 - Selon occurrence des pannes:
 - Répétitives → Bien identifiés et traitement maîtrisé → Apport de l'IA?
 - Rare → Occurrence faible pour apprentissage → Qualité des réponses de l'AI?
 - Pour la maintenance prédictive:
 - Quels avantages pour les équipes maintenance ?
 - Comment intégrer le prédictif au quotidien ?



Bus24, colloque Bus, 4-5 juin 24, Thoune

Questions - Réponses

Besoins de l'ingénierie et de la maintenance pour assurer la disponibilité d'un système ebus. Retour d'expérience des tpg.

La stratégie de transition énergétique des TPG.



tpg: En route vers des transports publics urbains à 100 % électriques

La moitié des 476 véhicules des tpg est électrique et entièrement alimentée par une énergie renouvelable.

tpg affiche l'ambition de disposer d'un parc de véhicules 100% électriques d'ici 2030.