



TRANSPORTS DE L'AGGLOMERATION GRENOBLOISE



Expérimentation

# BUS ELECTRIQUES

# La démarche

- Etablir une modélisation de l'incidence de l'exploitation d'une ligne en 100% électrique sur :
  - le besoin en matériel d'un voiturage connu
  - l'habillage
- Contraintes des bus électriques :
  - Autonomie
  - Capacité
- Pour quel type de ligne ?



**Objectif : évaluer l'incidence sur le parc.**

# Le contexte

- 5 modèles de bus standards de 12 m (Irizar, Yutong, Heuliez, Bolloré, Solaris)
- Essais en exploitation réelle ou simulée
- Essais complémentaires sur le site du CEA avec instrumentation des batteries







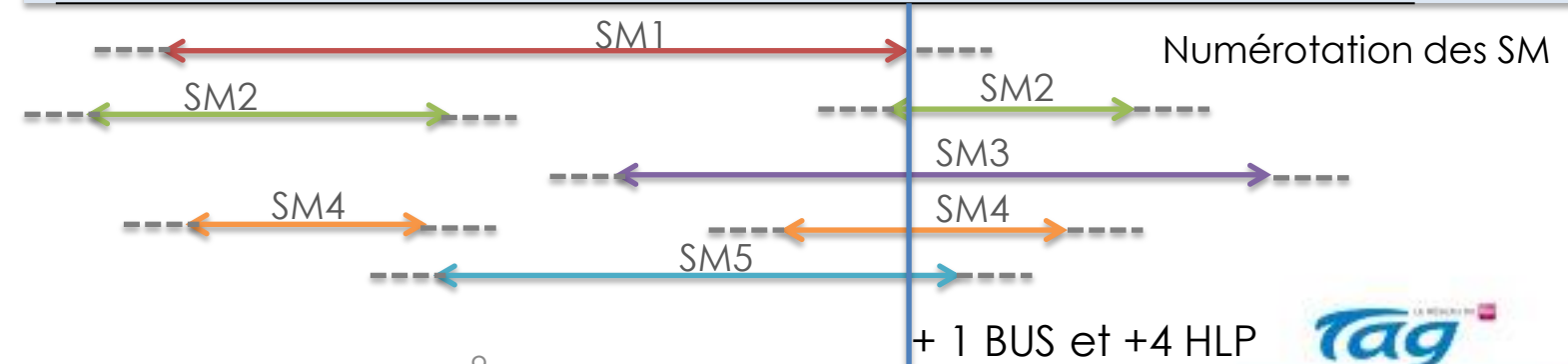
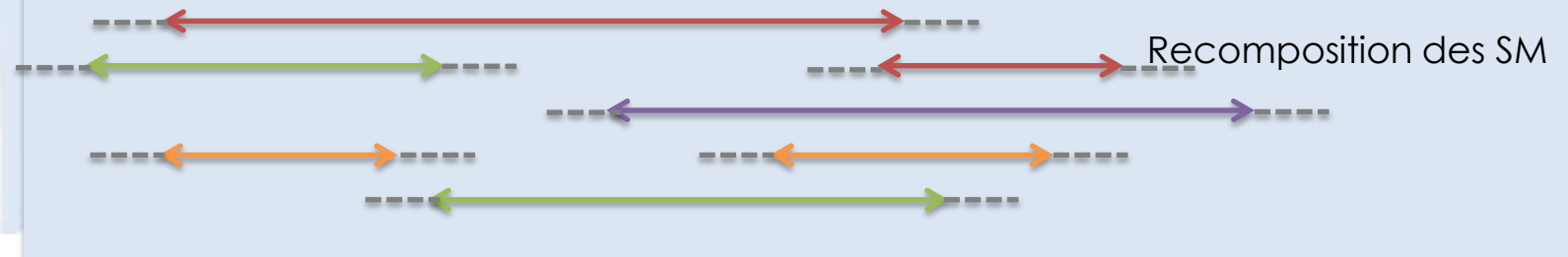
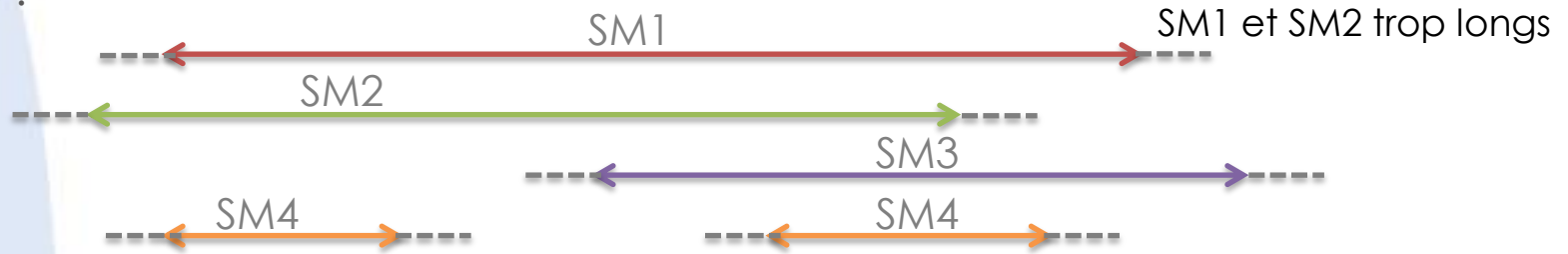
# Méthode

- Le principe consiste à déterminer pour un graphique les Services Matériels dont le kilométrage réalisé est au delà de l'autonomie des véhicules.
- Les SM (services matériel) identifiés sont fractionnés pour correspondre à l'autonomie visée.
- Les SM sont retravaillés pour intégrer les fractionnements et optimiser le besoin en véhicules.



# Méthode

Exemple :



# Conséquences

Un bus supplémentaire sera nécessaire du fait du chevauchement des HLP d'entrée/sortie.

La création d'un nouveau Service Matériel nécessite le plus souvent un véhicule supplémentaire mais sans être systématique, c'est le travail de l'optimisation.

Par contre de nouveaux kilomètres HLP et des temps induits sont systématiquement créés.

# Etude, lignes C3/C4 exploitées en 100% électrique

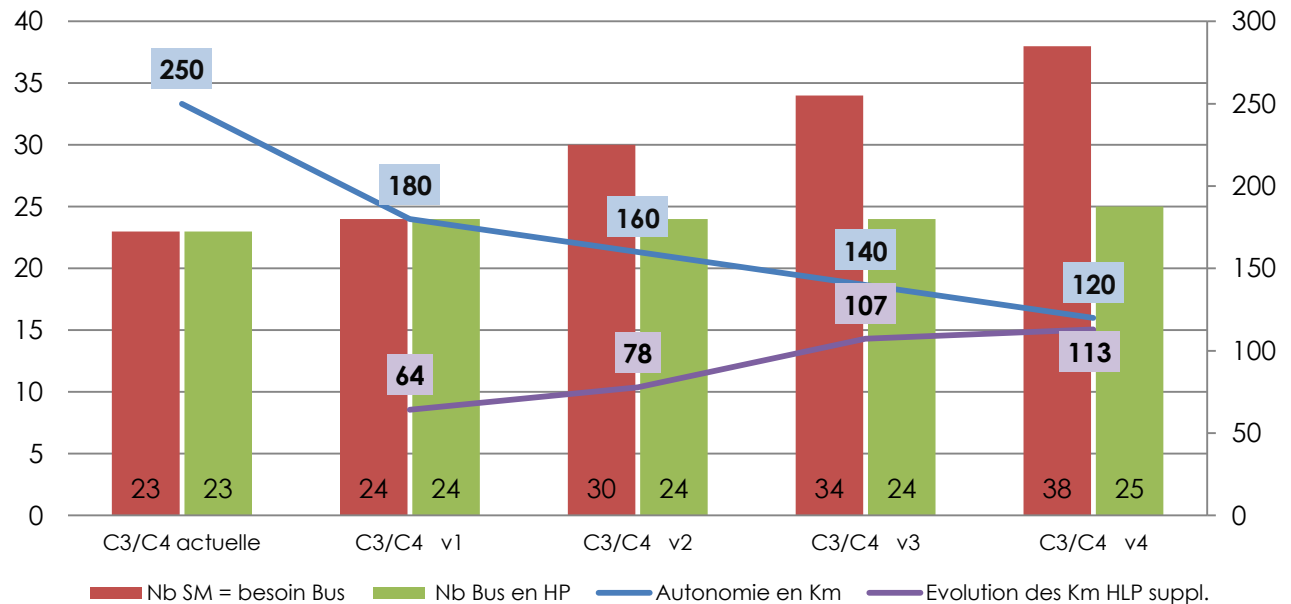
## Cadrage

- Le postulat de départ est de ne pas revoir le graphique d'une ligne parce qu'elle est exploitée en électrique.

La modélisation a donc pour point d'entrée le voiturage (découpe des Services Matériels) et l'habillage d'une ligne en production.

# Etude, lignes C3/C4 exploitées en 100% électrique

Evolution du besoin en matériel pour les lignes C3/C4 en fonction de l'autonomie des véhicules



Ligne	C3 / C4 actuelle	C3 / C4 v1	C3 / C4 v2	C3 / C4 v3	C3 / C4 v4
Autonomie (kms)	250	180	160	140	120

# Etude, lignes C3/C4 exploitées en 100% électrique

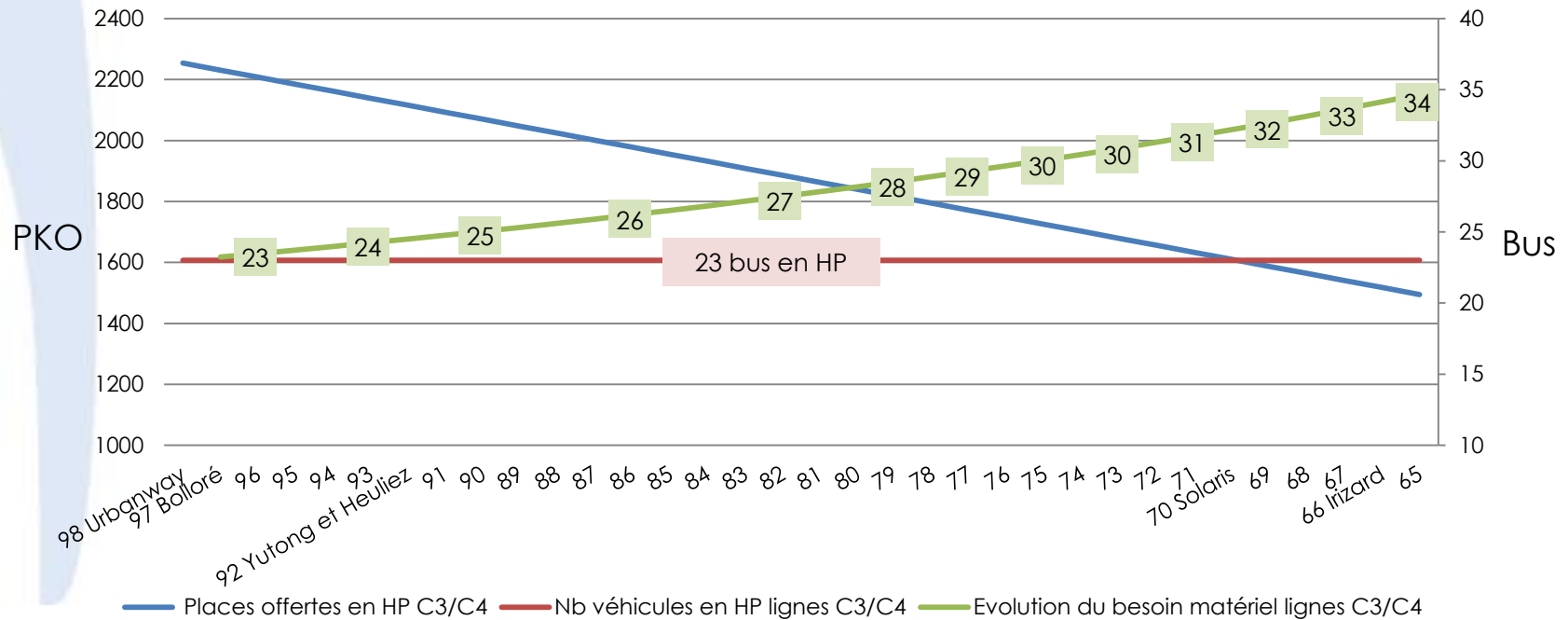
- ❖ Le Chameau des lignes C3/C4 en productions actuellement est de type marqué.
- ❖ Leur besoin en véhicules évolue de 14 bus en HC à 23 bus en HP, ce qui est un atout dans notre exercice puisqu'elles sont de fait composées de Services Matériels à faible kilométrage.
- ❖ La variation de l'autonomie des véhicules, de 180 à 120 km, démontre très clairement une augmentation du besoin matériel en fonction de la baisse d'autonomie; pouvant aller jusqu'au doublement du parc.

Dans les mêmes proportions, à cette augmentation de besoin en véhicules vient s'ajouter une hausse des kilomètres HLP, + 30% dès 180 km d'autonomie.

- ❖ Dans notre hypothèse de travail les véhicules ne recouvrent pas d'autonomie en cours de journée lors de leur remisage au dépôt, ce qui maximise le besoin en véhicules.
- ❖ L'impact sur les habillages apparaît limité tant en nombre de services qu'en qualité de service.

# Etude, lignes C3/C4 exploitées en 100% électrique

Evolution du besoin en matériel pour les lignes C3/C4 en fonction de la capacité des véhicules

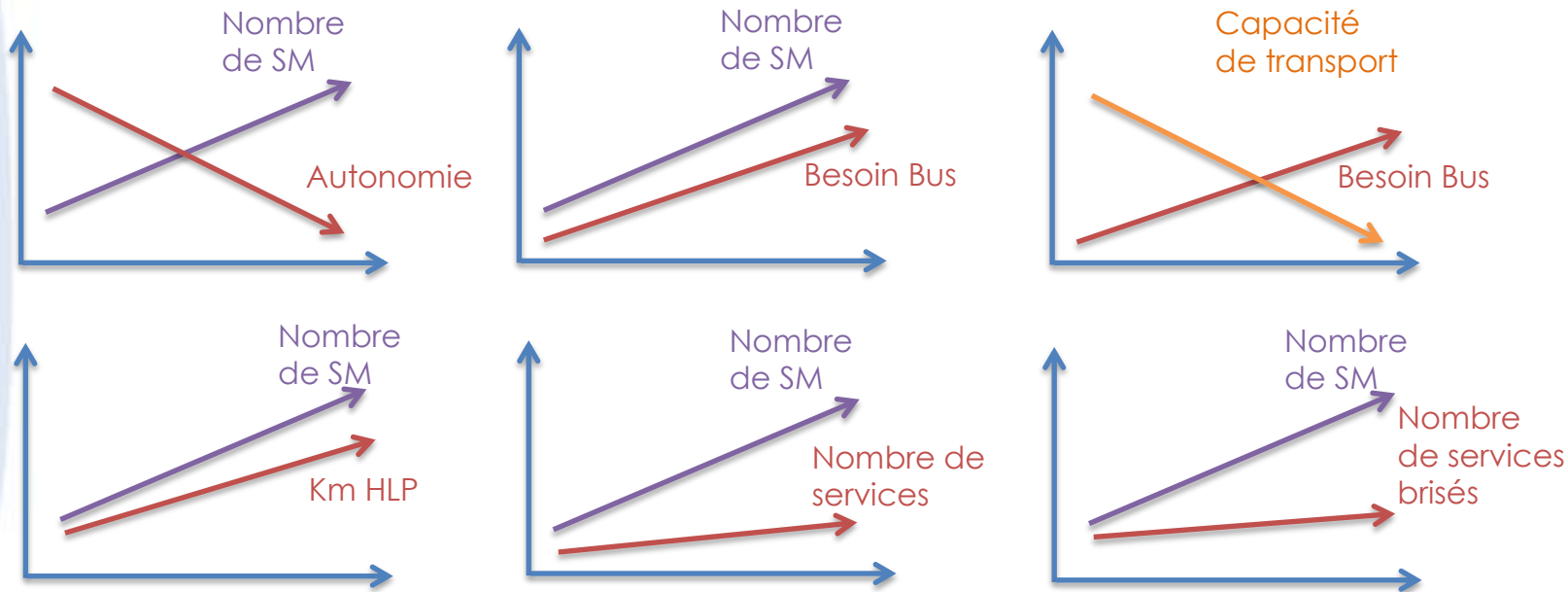


Au critère d'autonomie des véhicules, il faut également prendre en compte le nombre de places offertes par les bus électriques qui peuvent être moins capacitaires en fonction des constructeurs et des batteries employées.

! Si injection de bus pour compenser les PKO, ↗ des kilomètres et des services CR.

# Etude, lignes C3/C4 exploitées en 100% électrique

Ce que l'on peut retenir :



Les lignes dont les SM sont déjà fractionnés, soit les lignes avec une forte variation en besoin bus entre les HP et les HC apparaissent les moins pénalisées par la limite d'autonomie car d'avantage de possibilités de reconstruction des SM sont offertes.

# Les enseignements

## 1 Stratégie des constructeurs

- Des choix variés de technologie de batteries offrant des compromis différents en termes de coût, énergie, puissance, sûreté, durée de vie, performance
- Des stratégies différentes d'optimisation de performance / autonomie (de 9.5 à 18s de 0 à 50 km/h)





# Les enseignements



## 2 Influence charge et auxiliaires

- La charge en passagers des véhicules entraîne une surconsommation de 20 à 30% vs à vide
- Les auxiliaires pour le confort thermique des véhicules s'ils sont électriques peuvent conduire à un doublement de la consommation.

# Les enseignements

## 3 En exploitation

- Une autonomie réelle de 120 à 180 km fortement conditionnée par la charge et la température extérieure
- Un temps de charge minimal à prendre en compte pour l'enchaînement des services
- Une capacité de 66 à 92 passagers vs 98 en bus thermique.

