



Projet pilote H2 - TPF

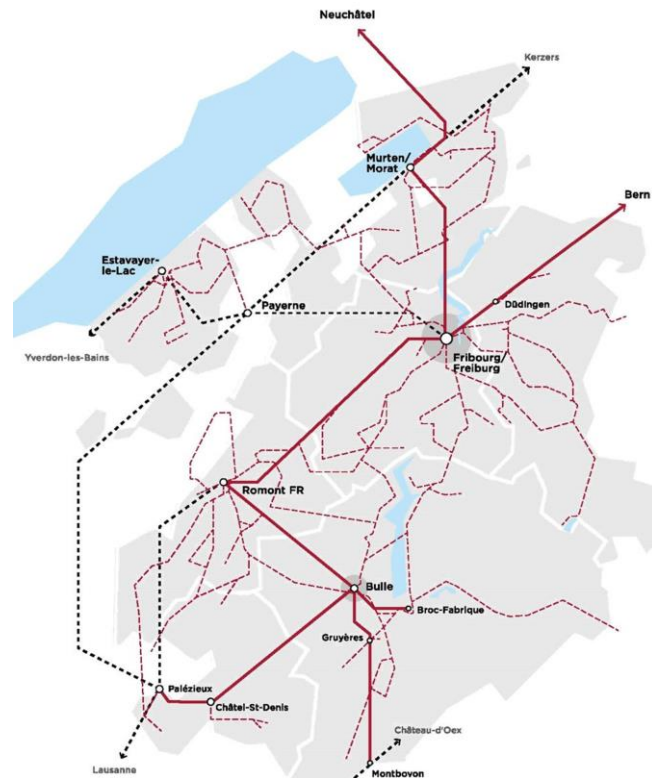
Forum Energie durable – UTP
Laura Amaudruz et Thomas Hans
20 novembre 2024

Contenu

- Informations clés sur les TPF
- Analyse et simulations
- Pourquoi l'H2 ?
- Notre projet pilote
 - Véhicules
 - Infrastructures
 - Objectifs et reporting
 - Challenges

Informations clés - TPF

- 37 512 777 voyageurs sur 16 817 011 km en 2023
- 3 réseaux de bus
 - Agglo de Fribourg: 13 lignes
 - Agglo de Bulle: 3 lignes
 - Réseau régional: 57 lignes
 - Réseau nocturne: 17 lignes
- 11 dépôts régionaux



Informations clés - TPF

- Flotte
- Tailles des bus
 - 9 mètres
 - 10,5 mètres
 - 12 mètres
 - 18 mètres
- Technologies
 - Diesel
 - Electrique à batterie
 - Trolleybus



32 compositions
22 VN et 12 VE



167 véhicules
Trafic Régional Voyageurs



65 véhicules
Réseaux urbains
(24 trolleybus électriques)



5 bus électriques



89 bus scolaires



1 funiculaire

Analyse et simulations

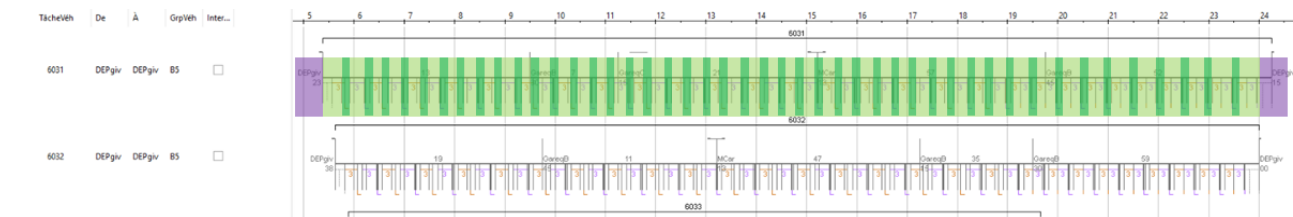
- Chaque réseau/opérateur a ses propres contraintes.
- Exemples d'éléments à considérer
 - Taille de la flotte et du réseau
 - Homogénéité de la flotte pour optimisation de la maintenance et de l'exploitation
 - Contraintes techniques des constructeurs
 - Topographies des lignes
 - Production de l'offre
 - Position des dépôts
 - Contraintes budgétaires



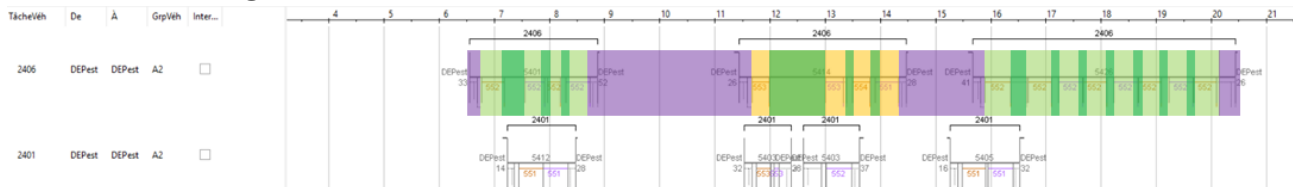
Analyse et simulations

- Production actuelle de l'offre

- Réseaux urbains



- Réseau régional



Entrée/sortie et temps d'attente au dépôt

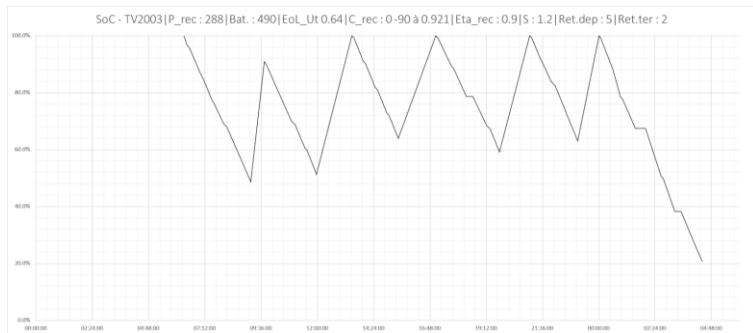
Allers-retours sur les lignes

Temps de battement aux terminus

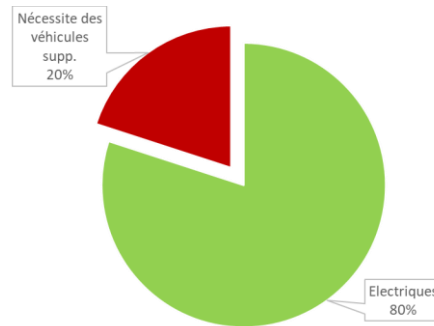
Aller-retours en interlignage

Analyse et simulations

- Hypothèses de base
 - Connaissances actuelles: technologie et coûts
 - Production des prestations actuelles
 - Worst case: température extérieure, retards, capacité de la batterie en fin de vie, etc.



Etat de la batterie sur une journée



Faisabilité des tâches actuelles en véhicule électrique (hors TBB)

Pourquoi l'H2

- Efficience énergétique électrique vs H2 pour un véhicule qui parcourt 60 000 km annuels

140 MWh
45 🏠

VS

350 MWh
112 🏠

MAIS

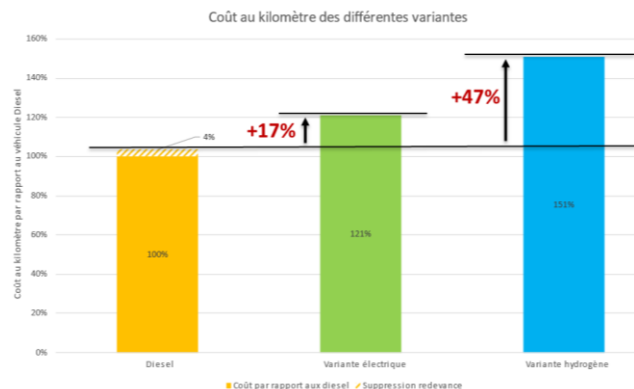


- Compromis avec bus H2 hybrides
- Stockage à terme du surplus d'énergie photovoltaïque
- Intérêt financier dans certains cas d'usage
- Producteurs locaux dans le canton de Fribourg

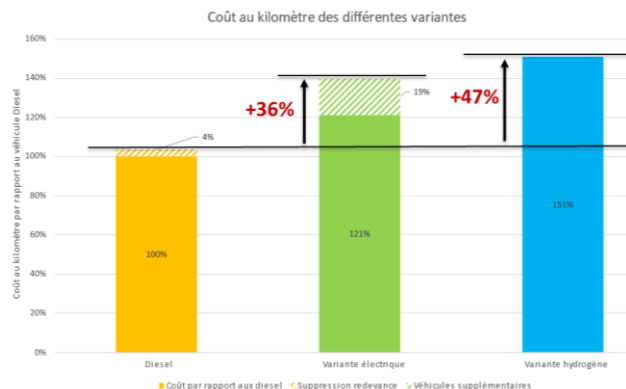
→ Lancement d'un projet pilote H2 pour faire nos propres expériences

Pourquoi l'H2

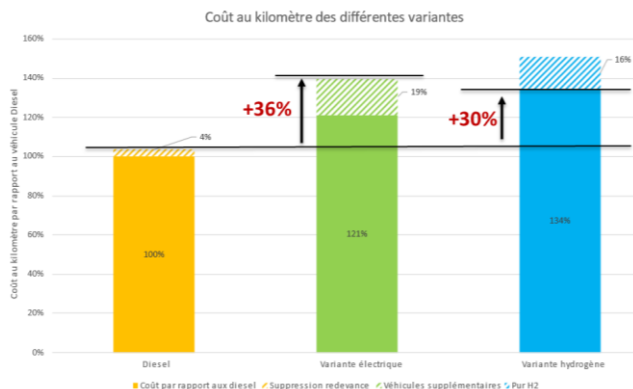
- Les bus H2 évitent la mise en circulation de bus électriques supplémentaires dans certains cas
 - Exemple: réseau de 20 bus circulant sur 4 lignes urbaines



Exploitation de 20 bus



Temps de battement insuffisants = 1 bus électrique supplémentaire par ligne



Bus hybrides H2

Notre projet pilote

- Véhicules
 - 2x Mercedes-Benz eCitaro Fuel Cell Hybride (Range EXtender)

4 batteries pour une autonomie électrique de 75 km à 175 km.

6 bombonnes d'H₂ pour une autonomie totale de 350 km à 600 km



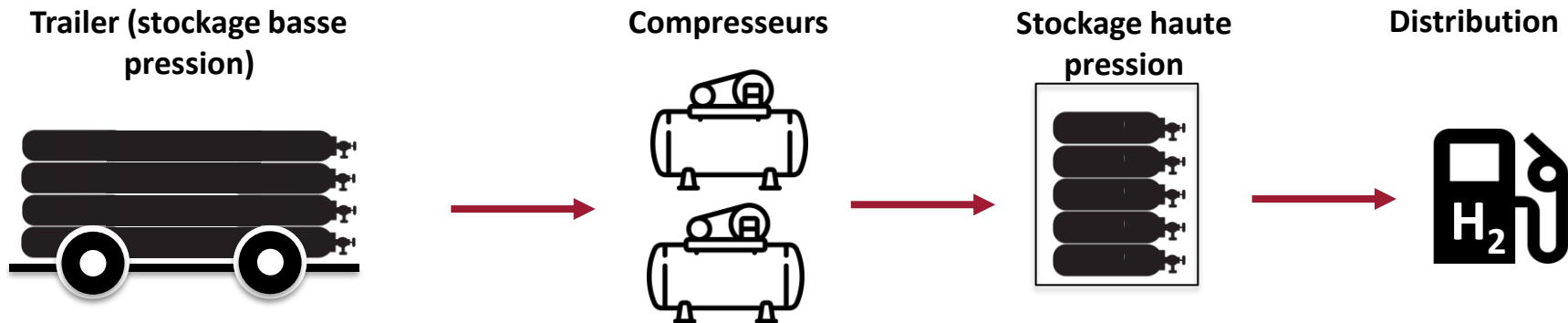
Projet soutenu par

klik

Stiftung Klimaschutz
und CO₂-Kompensation
Klik

Notre projet pilote

- Infrastructures
 - Station de remplissage «slow filling»
 - Stationnement des bus vers l'actuel dépôt
 - Adaptations de l'atelier pour la maintenance



Notre projet pilote

- Nos objectifs
 - Une première expérience avec l'éventuelle technologie de demain
 - Connaître les coûts d'exploitation
 - Définir les forces et les faiblesses de cette technologie
 - Evaluer l'intérêt de produire sur site de l'hydrogène
 - Partage des expériences
- Reporting
 - Véhicules (autonomie, consommations, fiabilité, etc.)
 - Infrastructures (fiabilité de la station et des chargeurs électriques, quantité d'H2 délivrée, nombre de remplissages, difficultés rencontrées, etc.)
 - Prestations effectuées
 - Coûts
 - Satisfaction du personnel et des voyageurs



Notre projet pilote

- Les challenges / difficultés

**Financements et
coûts**



**Permis de
construire**



**Défis
techniques**



**Manque de législations /
réglementations**



**Changements pour le
personnel**





Merci de votre attention