



Projet SETP 2050 : Descriptif succinct ([Deutsche](#) / [English summary](#))

P-224 **Système de propulsion alternatif au Diesel pour les lignes desservant la gare routière de Porrentruy**

Champ d'activité / Type de projet	Véhicule, infrastructure de transport Recherche, projet-pilote	Durée prévue du projet	03.2021-03.2022
Mandataire / direction du projet	HEIA-FR thierry.robert- nicoud@hefr.ch SIDP – jeremy.huber@porrentruy.ch	Budget total / Contribution OFT	CHF 90'000.- CHF 36'000.-

Introduction

Le syndicat intercommunal du district de Porrentruy souhaite dans le cadre du réaménagement de ses lignes de transport public (TP) une étude de différentes solutions pour le remplacement de ses véhicules ainsi que pour l'adaptation de son infrastructure. Ceci en accord avec les nouvelles visions stratégiques conformes aux choix de la confédération. Le mandat a été attribué à la HEIA en collaboration avec la HE-Arc.

Objectifs

Analyser les différentes lignes de transports publics de la gare routière de Porrentruy afin de trouver des alternatives aux bus diesel utilisés actuellement.

Dans une première phase, et après des discussions faites notamment avec la commune, une étude détaillée s'est portée sur l'utilisation de véhicules électriques pour remplacer la flotte. En cours de projet une demande provenant de l'OFT et du canton du Jura demandait l'ajout d'une analyse de solutions utilisant d'autres ressources énergétiques, gaz naturel (CNG) ou hydrogène. Ces deux dernières alternatives ont également été évaluées, mais de manière moins détaillée que la partie véhicules électriques en raison des spécificités différentes de fonctionnement (pas de recharge rapide en gare par exemple).

Ces analyses permettront de comparer différentes alternatives aux véhicules de transports publics actuels. Une analyse comparative, financière et écologique sera réalisée. Ces résultats permettront de servir d'aide à la décision concernant le changement de technologie et le remplacement de la flotte de bus pour répondre aux attentes de la confédération en matière de stratégie énergétique SETP 2050.



Projet SETP 2050 : Descriptif succinct ([Deutsche](#) / [English summary](#))

Etapas du projet

Afin d'atteindre les objectifs, 7 Work Packages ont été définis dans le projet. Ils sont listés dans le tableau ci-dessous avec leurs livrables et les ressources correspondantes.

WP	Délivrable	Ressource
WP1 Documentation	Informations liées aux véhicules pour établir une base de données	CarPostal et fabricants de bus
WP2 Infrastructure	Informations liées à l'infrastructure nécessaire au fonctionnement des nouveaux types de véhicules	CarPostal
WP 3 Véhicule	Création d'une base de données des véhicules existants pour les utiliser dans le programme de simulation	Données récoltées en WP1
WP4 Routes	Mesures et création des profils de parcours des lignes	CarPostal
WP 5 Modèle mathématique	Création d'un premier modèle numérique simulant le service d'un bus dans une journée Création d'un algorithme d'optimisation du nombre des infrastructures et des véhicules	Matlab/Simulink, Python
WP 6 Calculs	Calcul du besoin énergétique de la flotte de bus	Modèle mathématique et numérique WP 5
WP 7 Coûts	Calcul des coûts d'infrastructures, de matériel et d'exploitation pour chaque source d'énergie	CarPostal, site internet de fabricant, article de presse



Projet SETP 2050 : **Descriptif succinct** ([Deutsche](#) / [English summary](#))

Résultats escomptés

Après avoir modélisé de manière détaillée toutes les lignes de transports publics de la gare de Porrentruy, des modèles mathématiques permettront de caractériser les besoins énergétiques des bus sur l'ensemble du réseau. Avec ces informations, différents scénarios selon les types de bus notamment électriques seront calculés pour satisfaire les besoins des lignes tout au long de la journée. D'autres analyses comparatives seront aussi effectuées avec deux autres sources énergétiques, à savoir le gaz naturel et l'hydrogène.

L'ensemble des résultats permettra de définir :

- Le nombre de bus et l'infrastructure nécessaire pour différentes variantes de bus (CNG gaz naturel comprimé, électrique, et hydrogène).
- Prix estimatif du coût annuel en tenant compte de l'énergie et de l'amortissement des véhicules et de l'infrastructure.
- Comparaison des différentes alternatives avec la flotte de bus diesel actuelle.

Pour les variantes électriques, plusieurs scénarios de production d'électricité seront également analysés :

- Achat de l'énergie sur le réseau électrique uniquement.
- Installation de panneaux solaires pour produire l'énergie équivalente sur une année. C'est-à-dire acheter le complément nécessaire d'énergie électrique en « hiver » et vendre le surplus produit en « été ».
- Production l'énergie à l'aide de panneaux solaires pour ne pas avoir à en acheter au réseau électrique. Cette solution impose un stockage dans des batteries (deux différents types analysés) et qui permettrait par conséquent de ne pas avoir d'émission de CO2 sur l'énergie elle-même. (Il y a malgré tout l'impact CO2 nécessaire à la production de l'installation, mais qui n'augmentera donc plus tout au long de l'utilisation de l'installation).

Les calculs sont basés sur des approximations. Ils doivent faire l'objets de modélisation plus détaillée pour pouvoir être utilisé comme base de confiance.

Pour la variante hydrogène, une préanalyse sera faite avec une production solaire ainsi que le stockage nécessaire pour produire l'énergie nécessaire et stocker l'énergie nécessaire permettant de couvrir les besoins des mois pendant lesquels l'énergie solaire en plus faible (en « hiver »)

Pour chaque alternative, une évaluation de l'impact carbone sera réalisée. Ce qui permettra de comparer l'impact environnemental en fonction des différentes solutions.



Projet SETP 2050 : **Descriptif succinct** ([Deutsche](#) / [English summary](#))

Deutsche Zusammenfassung

Einleitung

Der Gemeindeverband des Bezirks Porrentruy wünscht im Rahmen der Neugestaltung seiner Linien des öffentlichen Verkehrs (ÖV) eine Studie über verschiedene Lösungen für den Ersatz seiner Fahrzeuge sowie für die Anpassung seiner Infrastruktur. Dies im Einklang mit den neuen strategischen Visionen, die mit den Entscheidungen des Bundes übereinstimmen. Das Mandat wurde an die Hochschule für Technik und Architektur in Freiburg (HEIA-FR) in Zusammenarbeit mit der Hochschule Neuchâtel-Bern-Jura (He-Arc) erteilt.

Ziele des Projektes:

Das Hauptziel besteht aus einer Analyse der verschiedenen Linien des ÖV am Busbahnhof von Porrentruy, um Alternativen zu den derzeit eingesetzten Dieselnissen zu finden. In einer ersten Phase und nach Gesprächen insbesondere mit der Gemeinde, wurde eine detaillierte Studie über den Einsatz von Elektrofahrzeugen als Ersatz für die Flotte durchgeführt. Im Laufe des Projekts verlangte ein Antrag des BAV und des Kantons Jura, eine Analyse von Lösungen hinzuzufügen, die andere Energieressourcen, Erdgas (CNG) oder Wasserstoff, nutzen. Die beiden letztgenannten Alternativen wurden ebenfalls evaluiert, jedoch aufgrund der unterschiedlichen Funktionsweisen (z. B. kein Schnellladen am Bahnhof) weniger detailliert als der Teil über Elektrofahrzeuge. Diese Analysen werden es ermöglichen, verschiedene Alternativen zu den derzeitigen Fahrzeugen des öffentlichen Verkehrs zu vergleichen. Es wird eine vergleichende, finanzielle und ökologische Analyse durchgeführt. Diese Ergebnisse werden als Entscheidungshilfe für den Technologiewechsel und den Ersatz der Busflotte dienen, um die Erwartungen des Bundes in Bezug auf die Energiestrategie SETP 2050 zu erfüllen.

Vorgehensweise

Um die gewünschten Ziele zu erreichen wurde das Projekt in verschiedene Etappen (Work packages) unterteilt:

- Dokumentation: Suchen der nötigen technischen Informationen bezüglich der zu betrachtenden Fahrzeuge und Infrastruktur
- Fahrzeuge: Erstellung einer Datenbank mit den gefundenen Informationen
- Linien: Messung und Erstellung der Höhen- und Geschwindigkeitsprofile des Verkehrsnetzes
- Mathematisches Modell: Erstellung von zwei numerischen Modellen. Ein Erstes um den Busbetrieb zu reproduzieren und ein Zweites, um die Anzahl Busse und Infrastrukturen zu optimieren
- Berechnungen: Berechnung des Energiebedarfs
- Kosten: Berechnung der Kosten bezüglich Material, Infrastruktur und Nutzung für die verschiedenen Bustechnologien

Gewünschte Resultate:

Nach der Modellierung mit numerischen Modellen werden folgende Resultate erwartet:

- Anzahl notwendiger Busse und Infrastruktur für verschiedene Busvarianten (Elektrobusse, CNG, Hydrogen)
- Jährliche Kosten mit Betrachtung der Energie und Amortisation
- Vergleich zwischen Dieselnissen und den anderen Technologien



Projet SETP 2050 : **Descriptif succinct** ([Deutsche](#) / [English summary](#))

Für die Variante mit Elektrobussen:

- Einkauf Energie vom Netz
- Energie produziert durch Solarzellen, welche den jährlichen Bedarf decken

English summary

Introduction

As part of the redevelopment of its public transport lines (TP), the district of Porrentruy through the SIDP wishes to study different solutions for replacement of its vehicles and adaptation of its infrastructure. This in accordance with the new strategic visions in line with confederation choices. The mandate was awarded to HEIA in collaboration with HE-Arc.

Objectives

Analyze the different public transport lines at Porrentruy bus station to find alternatives to diesel buses currently in use.

In first phase, and after discussions made with municipality, a detailed study focused on the use of electric vehicles to replace the fleet. During the project, a request from the FOT and the Jura canton requested additional analyzes for solutions using other energy resources, natural gas (CNG) and hydrogen. These last two alternatives have also been evaluated, but in less detail than the electric vehicle part.

These analyses will make it possible to compare different alternatives to current public transport vehicles. A comparative, financial and ecological analysis will be carried out. These results will serve as decision-making aid concerning the new technology and replacement of the bus fleet to reach expectations of the confederation in terms of energy strategy SETP 2050.

Method

To achieve the desired goals, the project was divided into different Work Packages.

- Documentation: Finding necessary technical information regarding vehicles and infrastructure under consideration
- Vehicles: Creation of database with information found
- Lines: Measurement and creation of altitude and speed profiles of transport network
- Mathematical model: Creation of two numerical models. First for bus operations and second to optimize the number of buses and infrastructure
- Calculations: Calculation of energy requirements
- Costs: Calculation of costs relating to vehicle and infrastructure for various bus technologies

Results

After modeling with numerical models, following results are expected:

- Number of necessary buses and infrastructure for different variants (electric buses, CNG, hydrogen)
- Annual costs considering energy and repayment
- Comparison between diesel buses and other technologies



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'environnement, des transports,
de l'énergie et de la communication (DETEC)

Office fédéral des transports OFT
Division Sécurité

Projet SETP 2050 : **Descriptif succinct** (Deutsche / English summary)

For electric buses variant:

- Purchasing energy from the grid
- Energy produced by solar cells