



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

### P-255 [Développement d'un moteur à combustion hydrogène pour bus de transports publics]

|  |   |  |                              |
|--|---|--|------------------------------|
| <b>Champ d'activité /<br/>Type de projet</b> | Véhicule<br>Projet de recherche                 | <b>Durée prévue du<br/>projet</b>          | 1.2023-3.2025                |
| <b>Mandataire /<br/>direction du projet</b>  | TPF<br>Laura Amaudruz,<br>laura.amaudruz@tpf.ch | <b>Budget total /<br/>Contribution OFT</b> | 1'188'000 CHF<br>644'200 CHF |

#### Objectifs

Ce projet donne suite à l'étude de faisabilité (P-155) qui avait comme but de qualifier et de quantifier les intérêts écologique, économique, technologique et sécuritaire de l'usage des moteurs à combustion pour la génération du couple de traction d'un bus sur base d'hydrogène généré à partir d'une source renouvelable. Cette étude a mis en évidence les atouts et la compétitivité de cette solution par rapport aux autres solutions technologiques potentiellement neutre en CO<sub>2</sub> (bus à batterie et bus à pile à combustible).

Les objectifs du présent projet sont :

- Développement d'un moteur à combustion hydrogène pour bus de transports publics
- Offrir des performances similaires aux moteurs diesel des bus actuels de 18 mètres
- Vérification de la compétitivité économique par rapport aux autres technologies potentiellement neutres en CO<sub>2</sub>

#### Méthode

Le projet est constitué de 6 workpackages :

1. Simulation du moteur
2. Modification du moteur pour le fonctionnement avec de l'hydrogène et adaptation du banc d'essai
3. Configuration de base de la combustion H<sub>2</sub>
4. Amélioration du processus de combustion
5. Optimisation finale, cartographie complète et caractéristiques du moteur
6. Conclusion et rapport final

#### Résultats escomptés

A la fin du projet, le moteur devrait être entièrement développé, prêt à être installé et utilisé dans un bus prototype pour les essais en conditions réelles. Le rendement du moteur visé devrait être proche de celui du moteur diesel actuel. La caractérisation finale au banc d'essai permettra de calculer la consommation moyenne d'hydrogène sur différents types de lignes exploitées par les TPF, afin de consolider les prévisions calculées à partir de valeurs de rendements estimées durant l'étude P-155. A l'issue de ce projet, une optimisation supplémentaire du moteur pourrait être réalisée dans le but d'atteindre un rendement significativement plus élevé que celui du moteur diesel.

Les seules émissions produites par le moteur à hydrogène sont les NO<sub>x</sub>. Des travaux préliminaires réalisés par la HEIA-FR laissent espérer que la limite EURO 6 soit atteinte sans système de post-traitement des gaz d'échappement. La norme EURO 7 sera bien plus challenging. En cas de besoin, un système de post-traitement plus simple que celui d'un moteur diesel pourrait être utilisé, car le concept visé devrait permettre au moteur développé de générer environ 100 fois moins d'émissions brutes (avant le système de post-traitement) de NO<sub>x</sub> qu'un moteur diesel.



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

---

### **Deutsche Zusammenfassung**

Dieses Projekt ist die Fortsetzung der Machbarkeitsstudie (P-155), deren Ziel es war, die ökologischen, wirtschaftlichen, technologischen und sicherheitstechnischen Vorteile der Verwendung von Verbrennungsmotoren zur Erzeugung des Antriebsmoments eines Busses auf der Grundlage von Wasserstoff aus erneuerbaren Energiequellen zu bewerten und zu quantifizieren. Diese Studie hat die Vorteile und die Wettbewerbsfähigkeit dieser Lösung im Vergleich zu anderen potenziell CO<sub>2</sub>-neutralen technologischen Lösungen (Batteriebusse und Brennstoffzellenbusse) hervorgehoben.

Die Ziele des vorliegenden Projekts sind die Entwicklung eines Wasserstoff-Verbrennungsmotors für Busse des öffentlichen Verkehrs, der die gleiche Leistung wie ein Dieselmotor bietet. Ausserdem soll die wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit im Vergleich zu anderen CO<sub>2</sub>-neutralen Technologien überprüft werden.

Am Ende des Projekts sollte der Motor vollständig entwickelt sein, bereit für den Einbau und den Einsatz in einem Busprototypen für Feldversuche. Der Wirkungsgrad des angestrebten Verbrennungsmotors sollte in etwa dem des aktuellen Dieselmotors entsprechen. Die abschliessende Charakterisierung auf dem Prüfstand wird es ermöglichen, den durchschnittlichen Wasserstoffverbrauch auf verschiedenen Arten von Linien, die von den TPF betrieben werden, zu berechnen, um die Prognosen zu festigen, die auf der Grundlage der während der Studie P-155 geschätzten Effizienzwerte berechnet wurden. Nach Abschluss dieses Projekts könnte eine weitere Optimierung des Motors mit dem Ziel erfolgen, einen deutlich höheren Wirkungsgrad als der Dieselmotor zu erreichen.

Die einzigen Emissionen, die vom Wasserstoffmotor erzeugt werden, sind NO<sub>x</sub>. Von der HEIA-FR durchgeführte Vorarbeiten lassen hoffen, dass der EURO-6-Grenzwert ohne Abgasnachbehandlungssystem erreicht wird. Die EURO-7-Norm wird deutlich herausfordernder sein. Bei Bedarf könnte ein Nachbehandlungssystem verwendet werden, das einfacher ist als das eines Dieselmotors, denn das angestrebte Konzept sollte es dem entwickelten Motor ermöglichen, etwa 100-mal weniger Rohemissionen (vor dem Nachbehandlungssystem) von NO<sub>x</sub> zu erzeugen als ein Dieselmotor.

---

### **English summary**

This project follows on from the feasibility study (P-155), which aimed to qualify and quantify the ecological, economic, technological and safety aspects of using combustion engines to generate the traction torque of a bus based on hydrogen generated from a renewable source. This study highlighted the advantages and competitiveness of this solution compared to other potentially CO<sub>2</sub>-neutral technological solutions (battery and fuel cell buses).

The objectives of the present project are to develop a hydrogen combustion engine for public transport buses offering the same performance as diesel engines. It is also to verify the economic competitiveness compared to other CO<sub>2</sub> neutral technologies.

At the end of the project, the engine should be fully developed, ready to be installed and used in a prototype bus for testing in real conditions. The efficiency of the developed hydrogen engine should be close to that of the current diesel engine. The final characterisation on the test bench will allow the calculation of the average hydrogen consumption on different types of lines operated by the TPF, in order to consolidate the predictions calculated from the efficiency values estimated during the P-155 study. At the end of this project, a further optimisation of the engine could be carried out in order to achieve a significantly higher efficiency than the one of the diesel engine.

The only emissions produced by the hydrogen engine are NO<sub>x</sub>. Preliminary work carried out by HEIA-FR suggests that the EURO 6 limit can be achieved without exhaust aftertreatment. The EURO 7 standard will be much more challenging. If necessary, an exhaust aftertreatment system simpler than that of a diesel engine could be used, as the intended concept should enable the developed engine to generate about 100 times less gross emissions (before the aftertreatment system) of NO<sub>x</sub> than a diesel engine.