



# 100% optymo hydrogène



## Des bus « zéro émission »

L'HYDROGÈNE POUR UNE MOBILITÉ DURABLE ET ÉCOLOGIQUE

### Vers une mobilité décarbonée

2022

2023

2025

Le réseau de bus Optymo  
a fait le choix fort du  
**ZÉRO ÉMISSION**

7

BUS ÉLECTRIQUES  
À HYDROGÈNE

1

STATION HYNAMICS  
À DANJOUTIN  
de production et distribution  
d'hydrogène pour les  
bus, l'industrie et demain  
les voitures.

20

BUS SUPPLÉMENTAIRES  
La moitié du réseau de  
bus urbain fonctionnera  
à l'hydrogène.

0% de CO<sub>2</sub>  
de particules fines

Les futurs  
bus Optymo  
ne rejeteront  
**QUE  
DE L'EAU**

Les bus à hydrogène, c'est quoi ?



Des bus munis d'une pile  
à combustible électrique  
qui permet de transformer  
l'hydrogène en électricité.  
Le seul rejet est de l'eau pure  
(H<sub>2</sub>O).



Des bus qui sont  
le résultat de 15 ans  
d'expérimentations  
et d'études.



Des performances  
remarquables  
en termes  
d'autonomie  
(jusqu'à  
400 km/jour).



Des performances  
similaires à des bus diesel  
en termes d'accélération  
et de confort de  
conduite sans nuire à  
l'environnement.



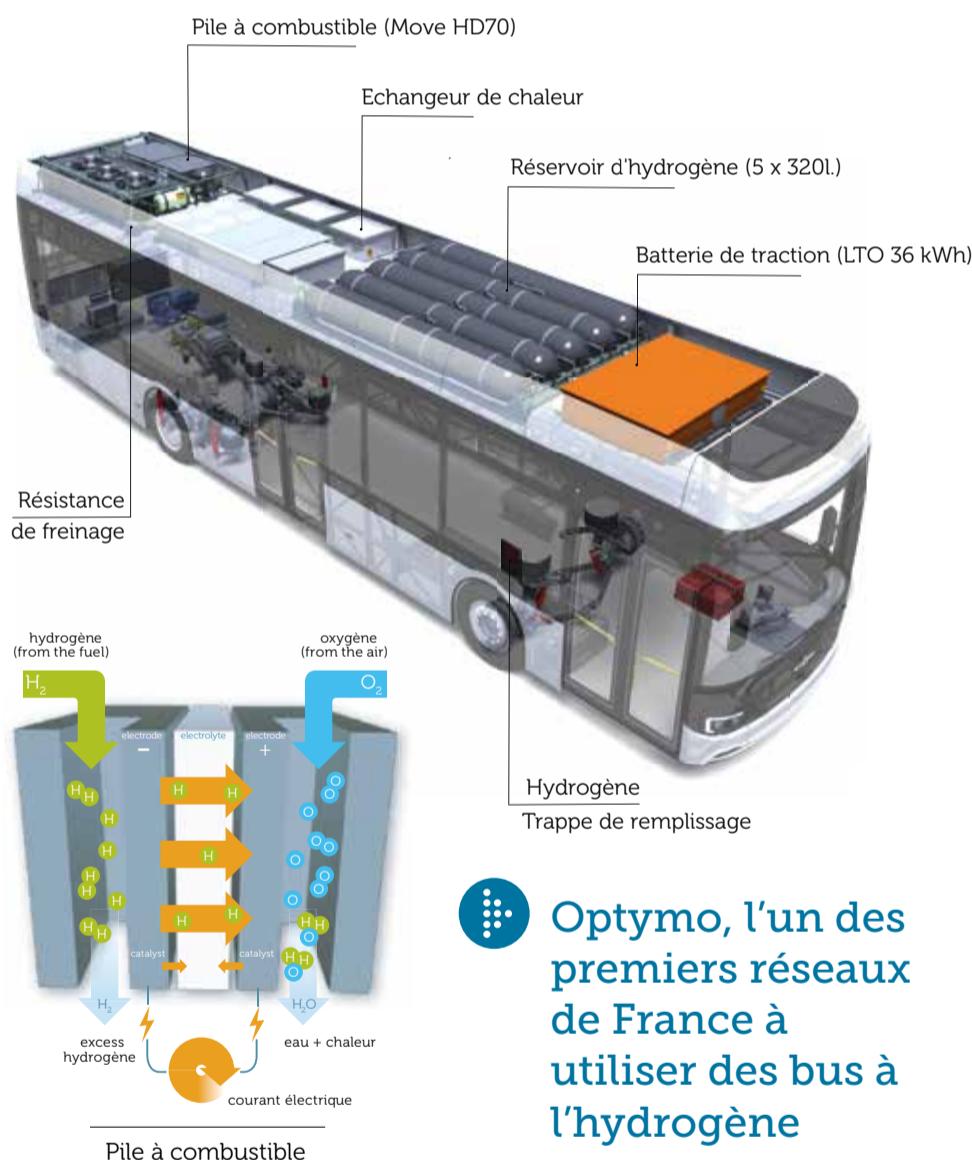
Des bus qui sont « zéro émission »  
en fonctionnement et ne  
produisent que de la vapeur  
d'eau, aucun gaz à effet de  
serre ni polluants locaux  
(particules fines, NOx, etc.).

# Optymo roule pour la planète...

Optymo est sans cesse à la recherche d'énergies nouvelles toujours moins polluantes dans le but de préserver l'environnement et la santé publique. Nous cherchons des perspectives d'avenir écologiques tout en préservant les meilleures performances possibles de nos services et le confort de nos clients.

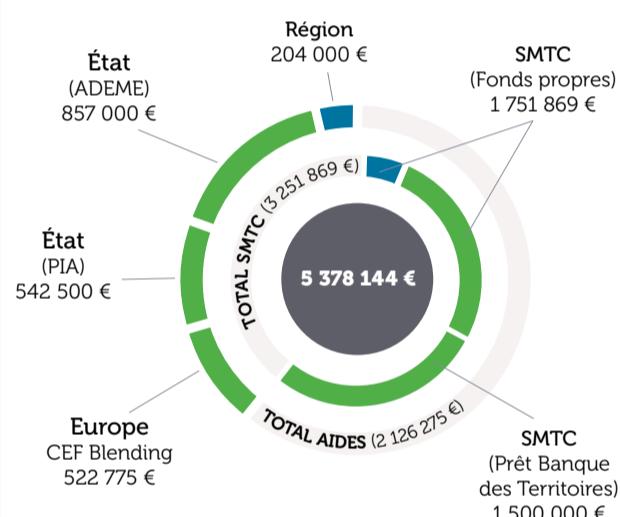


## La future flotte de bus Optymo



Optymo, l'un des premiers réseaux de France à utiliser des bus à l'hydrogène

### Plan de financement



ACHAT 7 BUS  
**4 868 144 €**

MISE AUX NORMES  
ATEX ATELIER  
**510 000 €**

COÛT TOTAL  
DE L'OPÉRATION  
**5 378 144 €**

### Coût acquisition bus H2

BUS HYDROGÈNE	Prix d'achat <b>695 449 €</b>	Aides <b>274 611 €</b>
	Prix net <b>420 838 €</b>	
BUS DIESEL	<b>282 436 €</b>	DIFFÉRENCE <b>138 402 €</b>

## RÉGIE DES TRANSPORTS DU TERRITOIRE DE BELFORT

### Aménagement de l'atelier

La maintenance d'organes mécaniques sur un véhicule à pile à combustible nécessite des précautions spécifiques tant sur les procédures que sur les équipements et le respect de la réglementation Atmosphères Explosives (ATEX) Hydrogène.

À cet effet, l'atelier de maintenance des bus Optymo de la Régie des Transports du Territoire de Belfort a été modifié afin de permettre l'exploitation et la maintenance de ses véhicules en toute sécurité.

### DEUX TYPES D'ACTIONS MISES EN PLACE

L'installation de dispositifs de sécurité globale, actifs et passifs, avec des détecteurs de fuite, un sol en résine antistatique et une centrale qui pilote les ouvertures de portes, l'allumage des ventilateurs empêchant la constitution de poches de gaz et son évacuation à l'atmosphère.

La dotation d'équipements de protection individuelle pour les techniciens (tenues ATEX, détecteurs de gaz portatifs...), la mise en place de procédures de maintenance définies conjointement avec Vanhool et un accompagnement de longue durée par le constructeur pour un transfert technologique optimal vis-à-vis des équipes.



# Produire de l'hydrogène, comment ça marche ?

## D'où provient l'électricité ?



- L'électricité provient du réseau électrique. Sur la station de Danjoutin, l'électricité sera d'origine renouvelable éolienne (parc éolien de Mottenberg, Moselle), avec une consommation de ≈65 kWh par kilogramme d'hydrogène produit.



**≈65 kWh / kg**  
D'HYDROGÈNE PRODUIT

→ Il faut 1 kWh pour faire fonctionner une machine à laver

## Que fait-on de l'oxygène ?



- Oxygène produit à la suite de l'électrolyse repart dans l'air pour principalement deux raisons :



- Pour rendre l'oxygène généré utilisable, il faudrait rajouter des systèmes de purifications en sortie de processus, entraînant un coût de l'oxygène bien supérieur aux méthodes industrielles classiques.
- L'oxygène est déjà présent naturellement dans l'air et ne présente aucun danger de pollution.

## Quel est le niveau sonore d'une station ?



- Les stations respectent les normes en produisant moins de 70 dB en limite de site.



**70 dB**  
EN LIMITÉ DE SITE

→ 70 dB c'est le bruit d'un lave-vaisselle

## D'où vient l'eau utilisée ?



- L'origine de l'eau peut varier d'un projet à l'autre. Sur la station de Danjoutin, elle provient du réseau d'eau public. Avant d'être envoyée à l'électrolyseur, elle est filtrée afin d'en retirer les minéraux.
- La station de Danjoutin consommera de l'eau comme 12 foyers, en produisant 400 kilos d'hydrogène par jour, avec une consommation de 11 litres d'eau déminéralisée par kilo d'hydrogène produit.



**11 l d'eau / kg**  
D'HYDROGÈNE PRODUIT

→ La consommation d'eau est équivalente à celle de 12 foyers

## Quel est le prix du kilo d'hydrogène ?



- Le prix du kilo d'hydrogène renouvelable dépend fortement du prix de l'électricité utilisée et le coût du matériel. Le prix du kilo d'hydrogène bas carbone se situe entre 9 et 12 euros du kilo, une baisse des coûts est prévue dans les années à venir grâce au développement de la filière.



**ENTRE  
9 et 12 € / kg**

## Quelle est la durée d'un plein ?



- Pour un bus, c'est entre 10 et 15 minutes, pour une voiture environ 5 minutes. La durée d'un plein est équivalente à de l'essence, c'est tout l'avantage de l'hydrogène.



**ENTRE  
10 et 15 min**

→ Un plein permet de parcourir 400 km

## Quel est l'intérêt par rapport à des véhicules électriques ?



- La technologie Hydrogène permet de dépasser les limites qu'imposent les véhicules électriques que ce soit l'autonomie et la durée de charge.



**9 kg / 100 km**  
DE CONSOMMATION POUR UN BUS À HYDROGÈNE

### Combien coûte :



#### UN BUS HYDROGÈNE

**650 k€**

Un bus H2 coûte environ 650 k€ contre environ 250 k€ pour un bus diesel.

### Bénéfice



#### RÉDUCTION D'ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub> DE PRÈS DE

**3 000 tonnes/an**

pour le réseau Optymo et les industriels du département à partir de 2025

## LA STRATÉGIE HYDROGÈNE EN FRANCE

Cette stratégie vise trois priorités qui conjuguent développement technologique et transition écologique :

**1 LA DÉCARBONATION DE L'INDUSTRIE**  
POUR CONTRIBUER À L'ATTEINTE DE LA NEUTRALITÉ CARBONE EN 2050 EN FAISANT ÉMERGER UNE FILIÈRE FRANÇAISE DE L'HYDROGÈNE

**2 LE DÉVELOPPEMENT DES MOBILITÉS LOURDES À L'HYDROGÈNE**

**3 LE SOUTIEN À LA RECHERCHE, L'INNOVATION ET LE DÉVELOPPEMENT DES COMPÉTENCES**



## L'HYDROGÈNE EN RÉGION BOURGOGNE-FRANCHE-COMTÉ

La Région Bourgogne - Franche-Comté s'est très tôt lancée dans l'hydrogène : elle concentre 60 % de la recherche universitaire française. Elle a été labellisée Territoire Hydrogène en 2016 et a défini une feuille de route ambitieuse en la matière en 2019.

En 2020, elle a annoncé mobiliser 90 millions d'euros sur la période 2020-2030 pour accompagner l'adoption de l'hydrogène par les entreprises, investir dans la recherche, développer les formations...

**2016**  
RÉGION LABELLISÉE TERRITOIRE D'HYDROGÈNE

**60 %**  
DE LA RECHERCHE UNIVERSITAIRE FRANÇAISE

**90 millions d'euros**  
MOBILISÉS SUR LA PÉRIODE 2020-2030

L'hydrogène est un vecteur de décarbonation de l'économie. Cette énergie est une des solutions pour réussir la transition énergétique et parvenir à l'ambition de neutralité carbone d'ici 2050.



# Hynamics, une stratégie locale

Qui est Hynamics ?



Hynamics, filiale 100% du groupe EDF, est issue d'un projet intrapreneuriel développé en quelques mois par une dizaine de collaborateurs. Cette nouvelle filiale confirme l'ambition du groupe EDF dans l'hydrogène bas carbone et la décline sur de nouveaux usages.

Hynamics propose une offre intégrée, qui va de la production d'hydrogène à la vente de services associés, en passant par l'entretien et la maintenance des infrastructures.

**PRODUCTION**  
**DISTRIBUTION**  
**MAINTENANCE**  
**SERVICES**

Quels projets en cours pour Hynamics ?

Plus de 60 projets d'hydrogène bas carbone et renouvelable sont en cours de développement en France et à l'international



## Mobilité

### Station d'Auxerre

Mise en service depuis septembre 2021, la station de production d'hydrogène bas carbone la plus puissante en France à ce jour (1 MW). Un rajout de 2 MW en phase 2 est prévu.

### Station de Danjoutin

Avec une mise en service prévue en 2023, Hynamics fournira de l'hydrogène bas carbone pour les futurs bus hydrogène du Grand Belfort. Un rajout de 1 MW en 2025 est prévu.



## Industrie

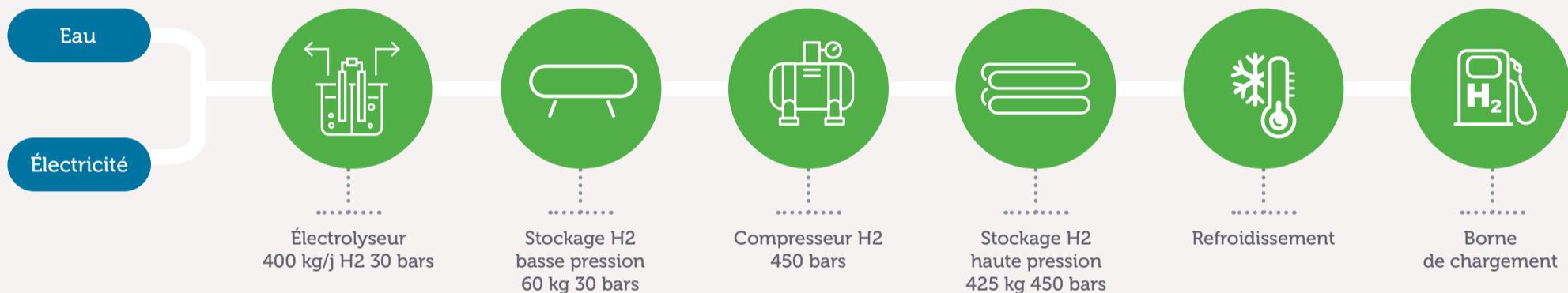
### Hynovi

Production de méthanol bas carbone issue de la valorisation du CO<sub>2</sub> émis par la cimenterie de Montalieu (Isère). Dès 2027, le CO<sub>2</sub> sera capturé et combiné à l'hydrogène (produit par un électrolyseur de 330 MW) pour la production de méthanol bas carbone.

### Borealis

Décarbonation de la production d'ammoniac à partir d'hydrogène bas carbone à Mulhouse. Avec l'installation d'un électrolyseur de 30 MW, l'industriel chimique Borealis, pourra produire jusqu'à 24 000 tonnes d'ammoniac bas carbone par an à horizon 2025-2026 pour la production d'engrais.

## Production et distribution



## Station de Danjoutin



La station de production et distribution d'hydrogène bas carbone permettra au réseau de transports en commun belfortain, ainsi qu'aux industriels du territoire, **de réduire leurs émissions de CO<sub>2</sub> de près de 3 000 tonnes par an à partir de 2025.**

### 1 Le poste de livraison

Le réseau électrique y arrive en haute tension. Une partie est acheminée telle quelle vers le container puissance. L'autre est convertie par le transformateur avant d'alimenter les départs basse tension du site (éclairage, barrières, etc.)

### 2 Le container puissance

Il convertit le courant alternatif haute tension en courant continu basse tension.

### 3 Le container auxiliaire

Il purifie l'eau de ville pour permettre de l'injecter dans l'électrolyseur.

### 4 L'électrolyseur

Dans une grande pile appelée le stack, l'eau est électrolyisée : les molécules d'H<sub>2</sub>O sont décomposées en hydrogène et en oxygène.

### 5 Le buffer

Il s'agit d'un stockage tampon. D'une capacité de 24 m<sup>3</sup> (65 kg à 30 bars), il recueille l'hydrogène produit dans l'électrolyseur.

### 6 Le compresseur

Il préleve l'hydrogène stocké dans le buffer, le comprime à 495 bars et l'envoie vers le stockage haute pression.

### 7 Le stockage haute pression

D'une capacité d'environ 13 m<sup>3</sup> (570 kg à 495 bars), il est composé de plusieurs groupes de cylindres afin de pouvoir faire monter progressivement en pression les réservoirs des véhicules alimentés.

### 8 Les dispensers

Ces deux bornes alimentent pour l'une les véhicules utilitaires légers et pour l'autre les bus du réseau de transports urbains.