



Le pari de l'hydrogène comme levier majeur de transformation de la mobilité aérienne régionale (RAM)

Masterclass de l'Industrie Aéronautique - Usine Nouvelle

Octobre 2021

Frédéric Le Corre

Agenda

- 1. Pourquoi l'hydrogène peut-il révolutionner la mobilité aérienne régionale ?**
 - Les atouts de l'hydrogène
 - Les performances de l'hydrogène par rapport aux autres vecteurs d'énergie
- 2. Quelles attentes sur le marché de la mobilité aérienne régionale ?**
 - Un besoin d'interconnexion transverse
 - Environ 6 000 liaisons transverses identifiées en France
 - Un nouveau marché potentiel pour les avions taxis régionaux
- 3. Quels sont les challenges pour réussir cette transformation ?**
 - Un prix de la course fortement lié au taux d'utilisation des appareils
 - Des challenges techniques, réglementaires (incl. Sécuritaire)
 - Un besoin de développement des infrastructures
 - Un nouveau rôle pour les aérodromes

ATOUTS TECHNIQUES

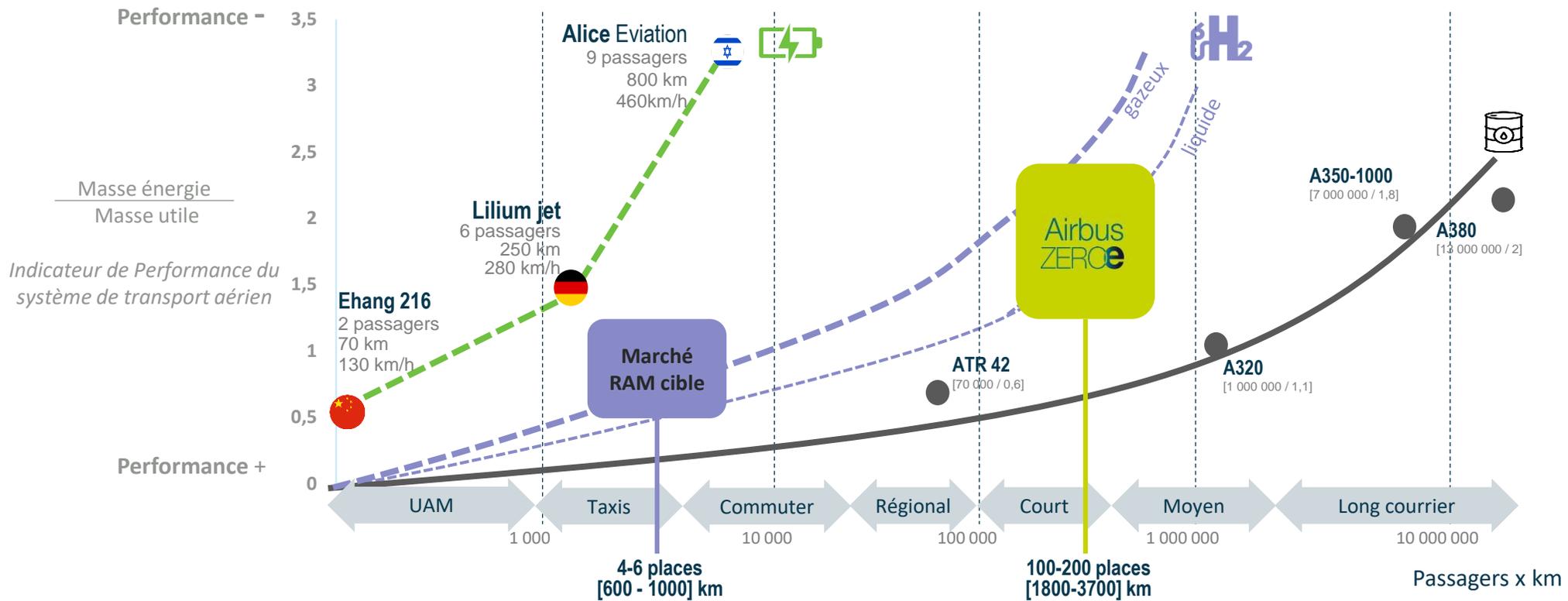
-  **Réduction d'environ 90% des émissions de CO2** avec une production d'hydrogène avec le mix énergétique français
-  **Densité énergétique 3 fois supérieure** à celle du kérosène
-  **Maintenance facilitée** (dans le cas d'une pile à combustible avec de l'hydrogène gazeux)
-  **Temps de recharge rapide** vs batterie
-  **Réduction de la pollution sonore** (propulsion électrique)

CONTEXTE SECTORIEL

-  Accélération des ambitions de **décarbonation des transports** (objectif de neutralité carbone en 2050)
-  **Foisonnement des projets innovants électriques/hydrogène** pour le transport aérien (~100 projets dans le monde)
-  **Plan d'aide au secteur: 8,7 Md€**
1,5Md€ de financement R&D pour l'Avion « vert » (2020-2023)
7,2Md€ pour l'ensemble de la filière hydrogène vert (2020-2030)
-  **Très forte expertise disponible en France et de nombreux déploiements réussis** en dehors de l'aéronautique (camions, bus, taxis, bateaux)

Les performances de l'hydrogène par rapport aux autres vecteurs d'énergie

Peu d'offres décarbonées existent sur le segment de l'avion Taxi et du commuter (4-19 pax / 100-600 km) où l'hydrogène est le meilleur candidat performance / poids



La mobilité aérienne régionale: un besoin majeur d'interconnexion transverse

Un besoin accru de mobilité transverse en France

- + 36 % (passagers) sur les liaisons transversales aériennes entre 2014 et 2019 (vs +1% liaisons radiales) ⁽¹⁾
- + 32% de passagers-km en car « Macron » entre 2017 et 2019 ⁽¹⁾
- Attractivité des villes moyennes accentuée par la crise COVID ⁽²⁾

Une offre actuelle de transport encore limitée

- Réseau LGV et autoroutier français en étoile centré sur Paris
- Compagnies aériennes régionales affaiblies par les nouvelles réglementations en faveur du train

Des aérodromes en France peu utilisés...

~95% du trafic intérieur des vols commerciaux se concentre sur les 10 aéroports principaux (>5M pax) et 8 aéroports régionaux (>1M de pax) ⁽³⁾

...mais dont la densité du maillage présente une opportunité

- ~140 aérodromes sont capables d'accueillir des vols commerciaux en France
- ~2 français sur 3 vivent à moins de 20km d'un de ces aérodromes ⁽⁴⁾

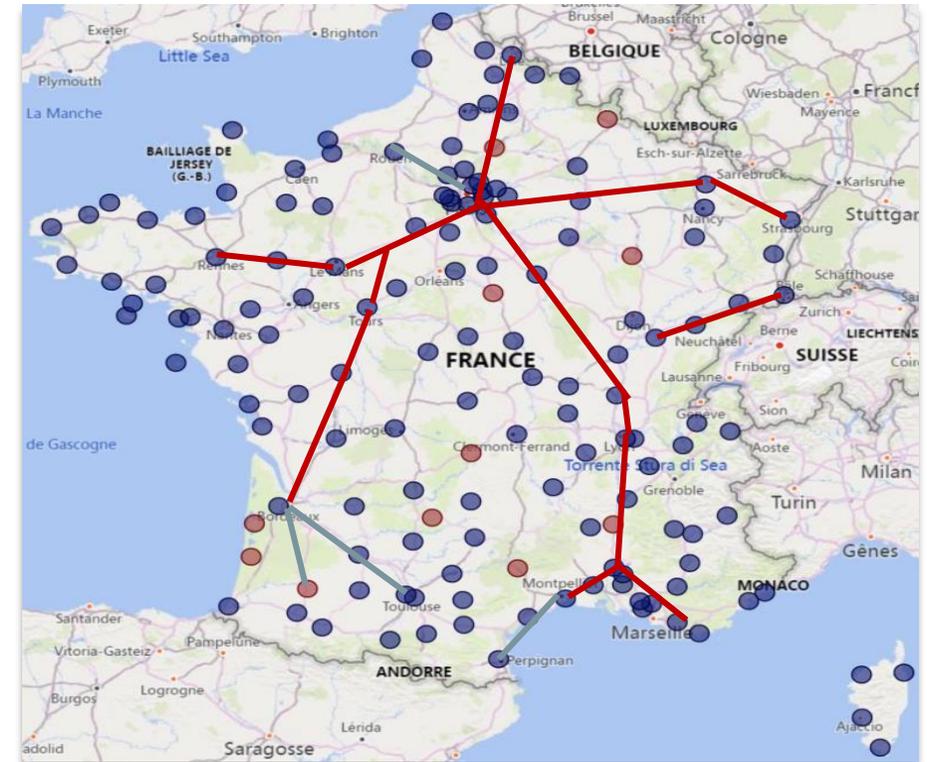
⁽¹⁾ Ministère de la transition écologique

⁽²⁾ Indice de croissance des prix immobilier INSEE et pouvoir d'achat immobilier (meilleurstaux.com)

⁽³⁾ Union des Aéroports Français, rapport 2019

⁽⁴⁾ Analyse STEP Consulting

Exemple de la France



 Réseau ferroviaire
— LGV existante
— LGV en projet

 Terrains d'aviation
● Membre Union des Aéroports Français
● Autres Terrains

Environ 6 000 liaisons transverses identifiées en France

Un modèle basé sur le maillage des aérodromes français permet de recenser environ 6 000 liaisons pertinentes

Un nombre important de terrains d'aviation disponibles

- Maillage minimal des terrains en France
- Regroupement des terrains autour d'une même ville
- Hubs majeurs retirés (CDG, ORY)

Un besoin sur des liaisons comprises entre 100 et 600km

- < 100 km : mobilité urbaine, hors périmètre
- > 600 km : avions commerciaux ou trajet trop long

Des lignes commerciales déjà couvertes à exclure

- Paris (et terrains proches), Nantes, Nice...

Des trajets < à 2h en voiture ou en train à exclure

- Liaisons jugées insuffisamment compétitives en avion

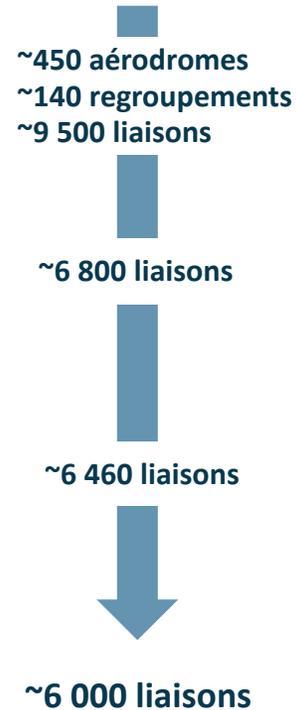
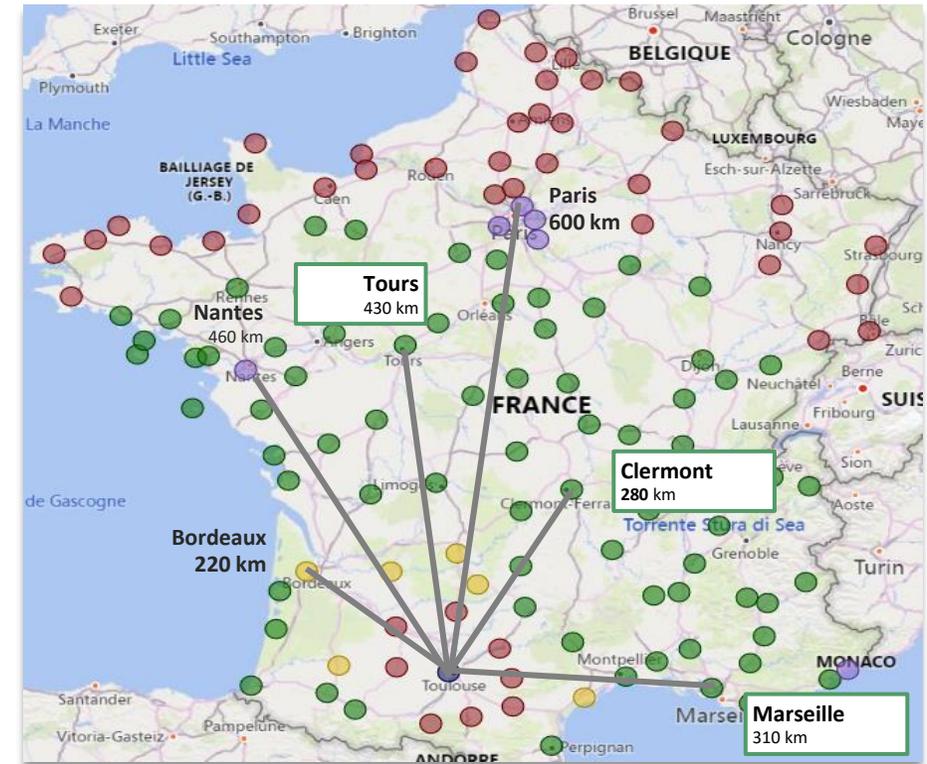


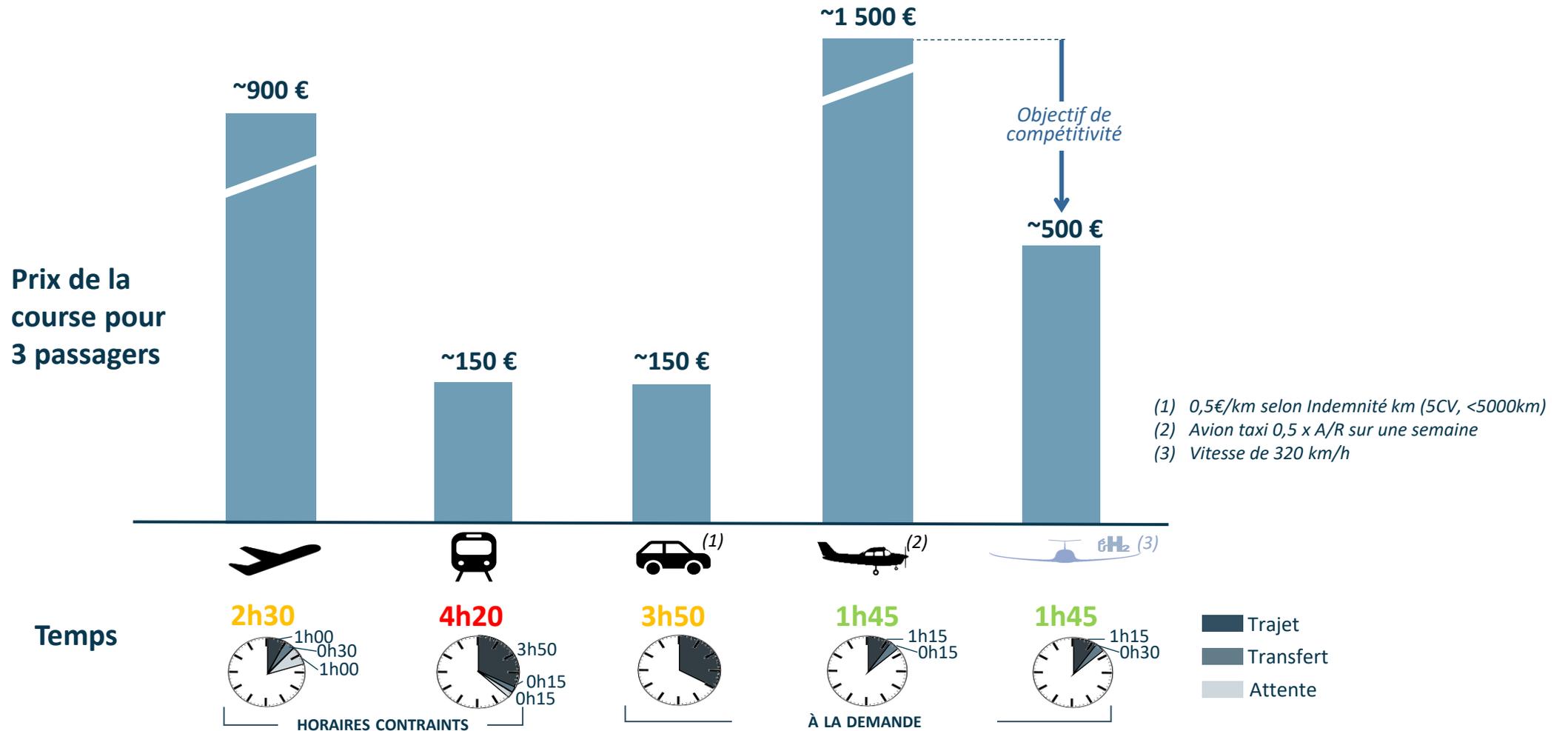
Illustration pour Toulouse : 74 liaisons identifiées



- Hors distance cible (100-600 km)
- Réalisable en 2h en voiture/train
- Lignes commerciales
- Destinations potentielles

Un nouveau marché potentiel pour les avions taxi régionaux

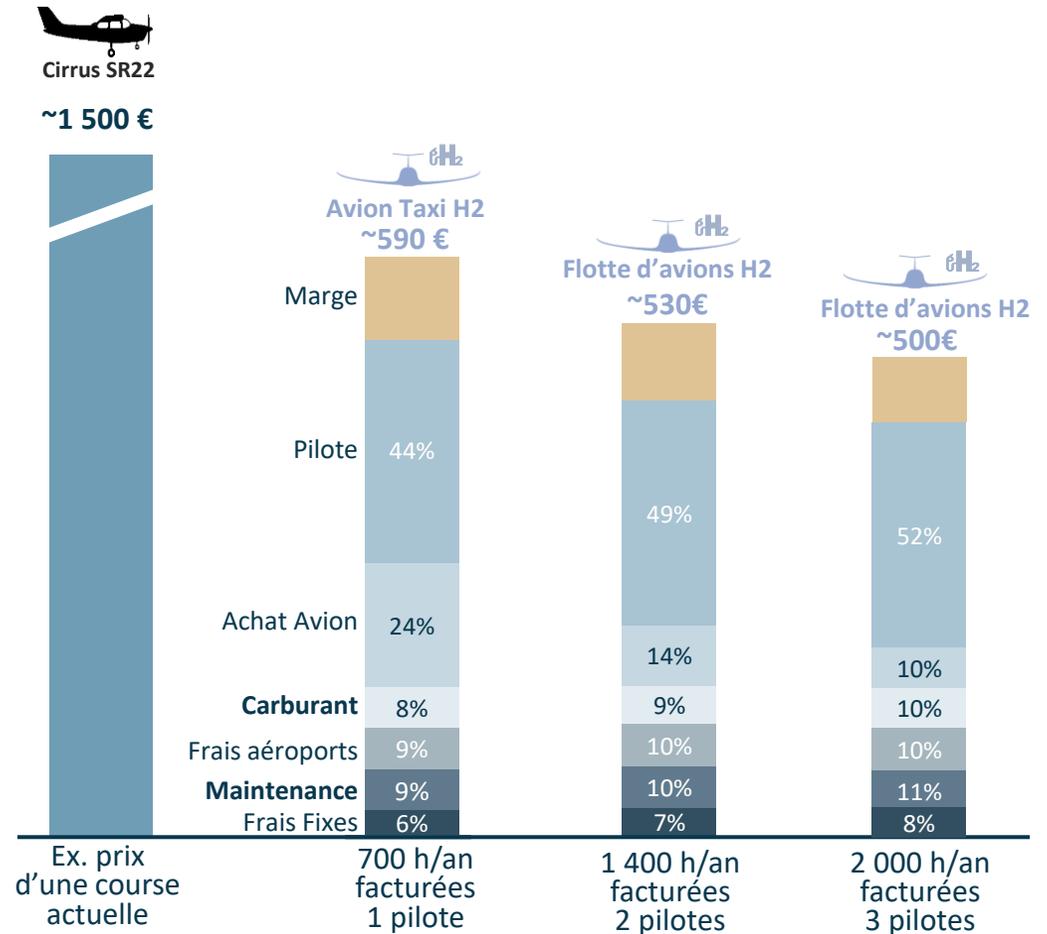
Simulation de différentes offres pour une course Toulouse – Marseille (3 pax)



Un prix de la course fortement lié au taux d'utilisation des appareils

- A iso-usage, les gains d'opération d'un avion H2 sont de ~18% sous condition d'un coût d'appareil comparable**
 - Coûts carburant divisés par 3
 - Coûts maintenance -40%
- La compétitivité du modèle repose sur la démocratisation du marché avec un taux d'utilisation cible par appareil d'environ 2 000 h/an facturées**
 - La limite actuelle réglementaire pour un pilote de ligne est de 900h/an
- Le développement du marché va donc nécessiter une évolution de la réglementation et des politiques incitatives**
 - Taxes aéroports
 - Fiscalité pilotes et entreprises de transport
 - Contraintes licences
 - Autres aides (RSE,..)
- ~400 avions seraient nécessaires en France pour assurer les liaisons candidates à la mobilité régionale pour un CA potentiel de ~350 M€/an**

Simulation de prix RAM pour une course Toulouse – Marseille (3 pax)



Différents challenges à relever en France d'ici 2035



Capacité de production annuelle équivalente à **~50 stations de production d'H2 vert à déployer** à proximité des 138 aéroports (500kg/jour de capacité)

- ~0,5% des objectifs 2030 de capacité de production d'H2 vert en France*



~400 avions H2 à concevoir et livrer

- Atteinte des objectifs de réduction de bruit et d'empreinte environnementale pour ~20 mouvements/j pour chaque aéroport en moyenne

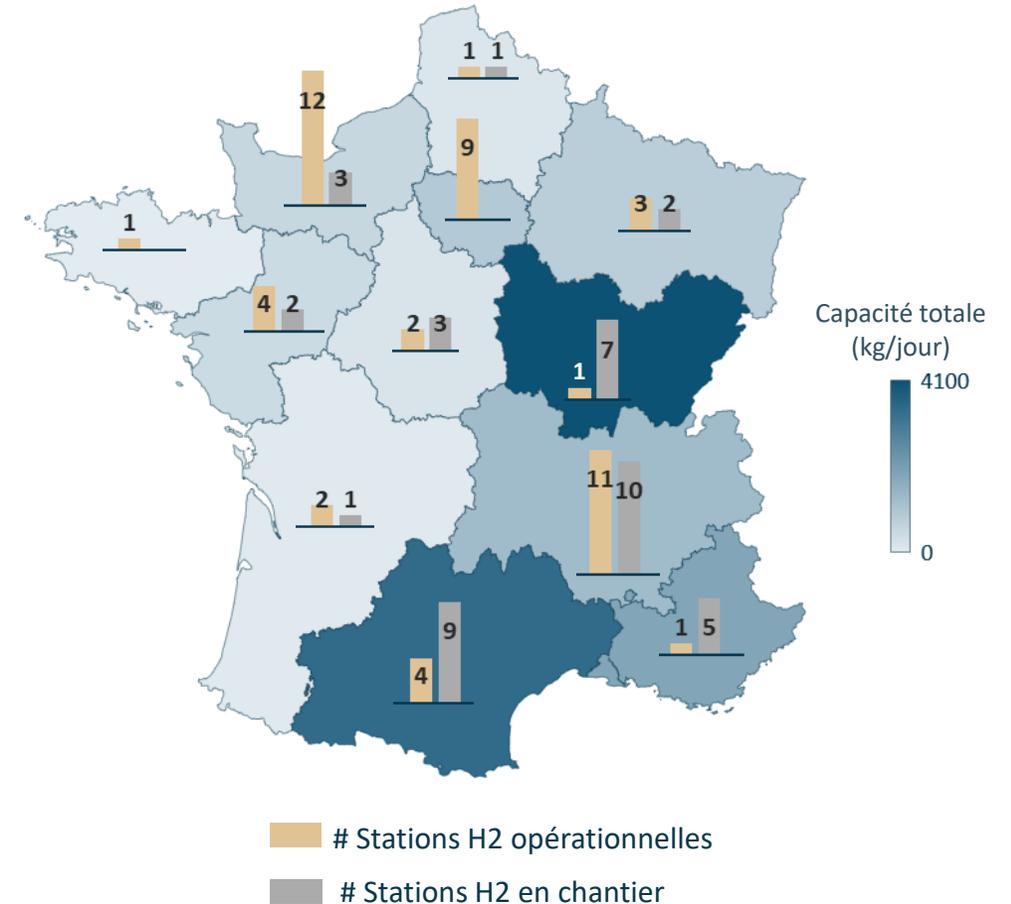


~1 200 pilotes à former (enjeux d'accessibilité des formations)



Définition d'une nouvelle base de **certification** pour les avions H2

~95 stations H2 opérationnelles ou en chantier en France pour une capacité totale de ~14 000 kg/j





5 avenue de l'Opéra, 75001 **PARIS**
8 rue sainte-Anne, 31000 **TOULOUSE**
29 avenue Félix Viallet, 38000 **GRENOBLE**

Tel : +33 (0) 1 53 86 84 00
Fax : +33 (0) 1 53 86 90 04
www.step-consulting.fr

Société par Actions Simplifiée
au capital de 50.000 euros
R.C.S. PARIS B 451 814 644 (2004B01916)

STEP is a strategy and transformation consulting firm, specializing in aeronautics, defense and complex industries for close to 20 years. Our core business: to assist major industrials and mid-cap companies that strive to be more competitive in a world in perpetual motion. More than ever, transformation is a necessity for companies, as it allows them to adapt quickly to ever-changing markets. Our experts are committed to collaborating closely with our customers' teams, to help them challenge their identity and to establish impactful sustainable solutions.

To accelerate their transformation, many companies are unaware that their own data constitutes a precious and decisive asset. Our data-dedicated structure D3S (Data Science Strategic Services) digitalizes and upgrades the value of all types of data with artificial intelligence, to create quick performance breakthroughs.