

MIG ALEF

L'hydrogène dans la région Provence-Alpes-Côte d'Azur

Pedro AFFONSO NOBREGA, Robin GIRARD
et Anaëlle JODRY

L'hydrogène aujourd'hui

Un produit chimique

- Raffinage – 38 Mt H₂/an
- Production de NH₃ – 31 Mt H₂/an
- Production de CH₃OH – 12 Mt H₂/an

Source : <https://www.iea.org/reports/the-future-of-hydrogen>

Et d'autres usages mineurs...

- Refroidissement de turbogénérateurs
- Carburant pour fusée (ex.: Ariane V)
- Réactif dans l'industrie chimique (hydrogénation)
- Atmosphères protectrices (électronique, fabrication du verre, métallurgie)
- Chimie analytique (ex.: FID)
- ...

Production de 70 Mt H₂/an (\approx 830 Mt CO₂ eq/an)

L'hydrogène demain

Un produit chimique ET un vecteur énergétique

Usages actuels dans l'industrie

- Raffinage
- Production de NH_3
- Production de CH_3OH

Usages nouveaux dans l'industrie

- Production d'acier
- Chaleur haute température

Mobilité et transport

- Transport routier lourd, ferroviaire, bus, utilitaires
- Transport maritime, aviation

Flexibilité système énergétique

- Stockage saisonnier
- Importation EnR



Source : <https://www.actu-environnement.com/ae/news/bioraffinerie-La-Mede-Total-appvisionnement-huile-palme-biocarburant-31275.php4>



Source : https://www.challenges.fr/economie/les-premiers-bus-a-hydrogene-entrent-en-service-en-france_674188



CC David Iliff. Source : <https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89olienne>

La filière hydrogène

Une filière complexe...

Production

- Electrolyse (réseau, ENR, nucléaire)
- Vaporeformage du gaz naturel (avec/sans CCUS)
- Gazéification du charbon (avec/sans CCUS)

Stockage

- Comprimé (200, 350, 700 bar)
- Liquide (-253 °C)
- Souterrain (cavités salines)
- Chimique (NH₃, Méthanol, LOHC, e-fuels)

Transport et distribution

- Camion/train (comprimé/liquide)
- Réseau gaz
- Maritime (Liquide/NH₃)



Source : https://elogenh2.com/wp-content/uploads/2021/04/Elogen_Product_sheet-Elyte200.pdf



Source : <https://h2stationmaps.com/hydrogen-stations>



Source : <https://energies.airliquide.com/fr/mediatheque-planete-hydrogene/comment-stocker-lhydrogene>

Au niveau national...

Stratégie nationale pour le développement de l'hydrogène décarboné en France

Trois priorités :

1. Décarboner l'industrie en faisant émerger une filière française de l'électrolyse
2. Développer l'hydrogène décarboné pour la mobilité lourde
3. Soutenir la recherche, l'innovation et la formation dans ces domaines



Source: <https://www.economie.gouv.fr/presentation-strategie-nationale-developpement-hydrogene-decarbone-france>

7 Mds EUR d'ici 2030 !!!

Au niveau régional...

Plan Régional Hydrogène

Mise en œuvre de la Mesure 28 du Plan Climat « Une COP d'avance » dédiée au soutien de la filière hydrogène

Décembre 2020

« Nous parlons de remplacer le pétrole »

Tweet de @MadeMarseille lors des assises hydrogène en mai 2019



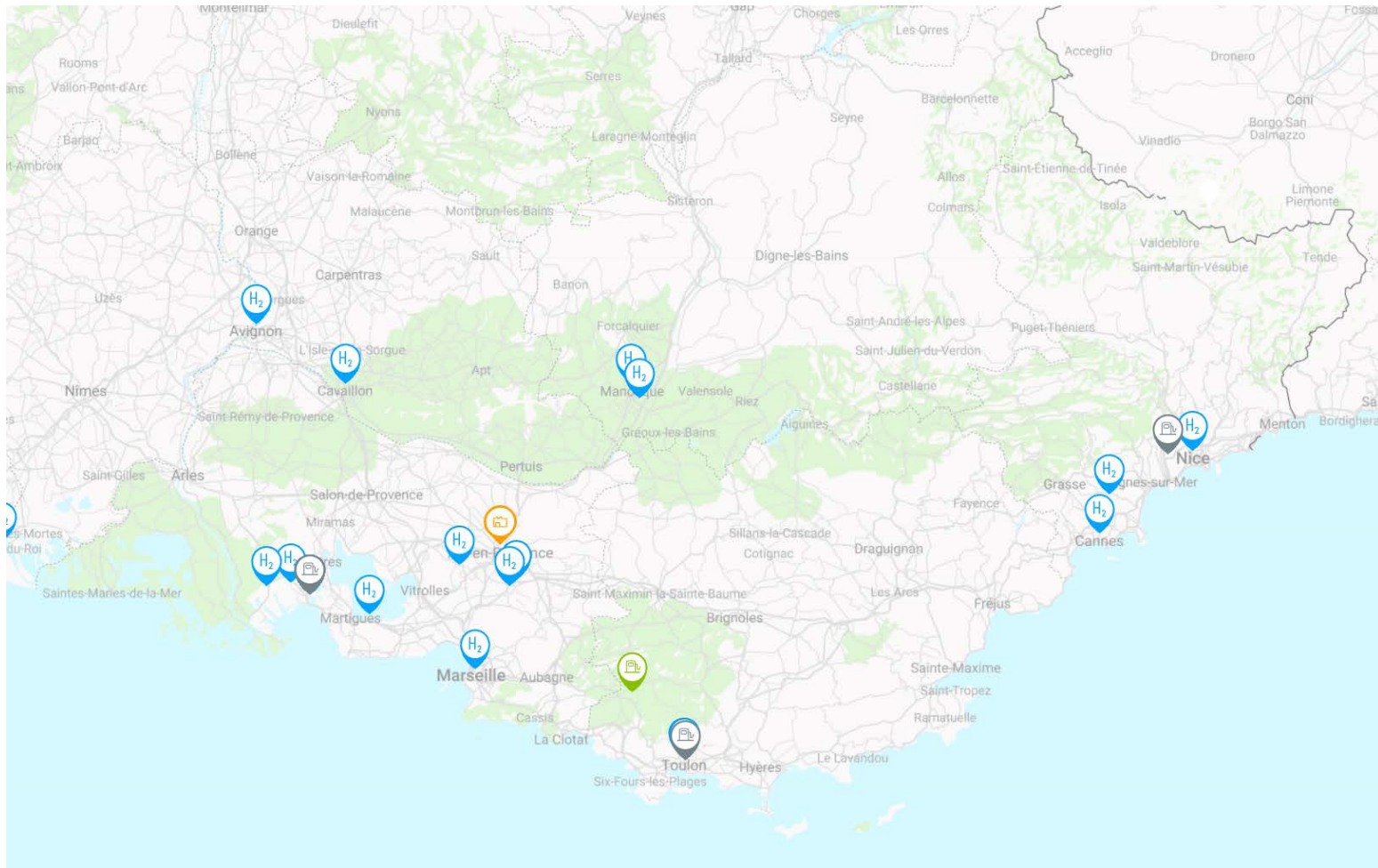
Source: Région SUD, 2020. Plan Régional H2.

	Objectifs du plan	
	Point d'étape 2027	Point d'étape 2032
Priorité 1 : Décarboner la mobilité		
Bateaux (maritimes et fluviaux)	9 unités	35 unités
Poids lourds	100 unités	630 unités
Véhicules Utilitaires PTAC > 3,5t	500 unités	2 000 unités
Bus	80 unités	200 unités
Autocars	6 unités	60 unités
BOM (bennes à ordures ménagères)	40 unités	280 unités
Chariots élévateurs	450 unités	1 500 unités
Groupes électrogènes (alimentation à quai)	9 unités	15 unités
Stations de distribution	20 stations	80 stations
Consommation pour la mobilité	3 000 tH2/an	12 000 tH2/an
Priorité 2 : Décarboner l'industrie		
Substitution à l'hydrogène fossile	6 000 tH2/an	70 000 tH2/an
Hydrogène pour de nouveaux procédés	16 000 tH2/an	
Injection dans un réseau gazier	3 000 tH2/an	
Priorité 3 : Produire de l'hydrogène renouvelable & bas carbone		
Usine de production d'hydrogène	3 sites	10 sites
Énergie consommée	1 350 GWh	3 900 GWh
Énergie renouvelable consommée	540 GWh (40 %)	1 560 GWh (40 %)
Gain environnemental		
Économies de CO2*	450 kt CO2/an (1%)	2 000 kt CO2/an (4%)
Economies des NOx dans la mobilité**	49 kt NOx/an (0,1%)	220 kt NOx/an (0,4%)
Economies des NOx dans l'industrie	225 kt NOx/an (1,8%)	966 kt NOx/an (7,9%)
Economies des NOx en région**	0,4%	1,6%
Economies des PM dans la mobilité**	0,3kt PM/an (0,005%)	1,36kt PM/an (0,02%)
Évaluation macroscopique des surcoûts associés aux objectifs		
Liés à la mobilité (investissement/capex)	210 M€	1 100 M€
Liés à l'industrie (fonctionnement/opex)	340 M€	1 250 M€
Total des surcoûts projets	550 M€	2 350 M€
Soutien régional envisagé	50 M€ (9 %)	150 M€ (6 %)

Tableau 2 : Objectifs chiffrés du plan régional hydrogène

* Economies de CO2 évaluées au regard des émissions régionales de 2012

Au niveau régional...



Source : <https://vigny.france-hydrogene.org/cartographie-des-projets-et-stations/>

Problématique

Le déploiement de l'H₂ en Région PACA sur le long terme...

- Quel sera le (sur)coût du déploiement de l'hydrogène ?
- Quels seront les gains environnementaux ?
- Comment ce déploiement se fera au niveau du territoire ?
- D'où viendra l'hydrogène ?
- ...



Figure 4 : Cartographie visualisant la spatialisation de la filière hydrogène régionale à horizon 2027 (dynamiques à l'œuvre, prémices d'une logique de corridors et de connexion à d'autres écosystèmes hydrogène)

Source: Région SUD, 2020. Plan Régional H2.

Feuille de route

- Etablir les **usages actuels et potentiels** de l'hydrogène
- Proposer des **scénarios d'adoption** de ces usages
- Analyser les possibilités d'**approvisionnement** en hydrogène
- Estimer **le coût et les impacts** environnementaux et sociétaux pour chaque scénario
- Confronter ces scénarios à d'autres **alternatives** (batteries, biogaz, ...)
- Envisager les questions d'**acceptabilité** et la **gestion du risque** H₂



Outil permettant de faire
des analyses de sensibilité

(taux de pénétration, coûts des technologies, origine de l'hydrogène, etc.)

Mini-Projets

Bassin industriel de Fos-sur-Mer



Source : <https://www.francetvinfo.fr/>

Département des Hautes-Alpes



Source : <https://www.tourisme-alpes-haute-provence.com/lac-serre-poncon/>

Unité urbaine de Nice



Source : <https://www.cnews.fr/conso/2017-04-26/les-dix-plus-belles-pistes-datterrissage-au-monde-754135>

Agglomération Durance-Luberon-Verdon



Source : <https://www.tourisme-manosque.fr/>

Programme

15 au 17/11 : trois jours autour de Marseille

- Siège Région PACA
- Pôle de compétitivité CAPENERGIES
- Démonstrateur Jupiter 1000 et Arcelor Mittal
- Incinérateur EVERE
- Site de stockage de Géométhane
- ...



18/11 au 03/12 : Mini-projets à Sophia- Antipolis



02/12 : Restitution

Questions ?

pedro.affonso_nobrega@mines-paristech.fr

robin.girard@mines-paristech.fr