



STRATÉGIE RÉGIONALE DE DÉVELOPPEMENT DE L'HYDROGÈNE POUR LA GUADELOUPE AA-011607-001

Réunion publique

16/10/2024



Sommaire

- 1. MOT D'ACCUEIL**
- 2. CONTEXTE LOCAL DE LA DÉCARBONATION**
- 3. PRÉSENTATION DE L'ÉTUDE**
- 4. L'HYDROGÈNE DANS LA DÉCARBONATION**
 - **VISION GLOBALE**
 - **BENCHMARK INTERNATIONAL**
 - **ADAPTER L'EMPLOI ET LES COMPETENCES**
- 5. REX DES PROJETS LOCAUX**

1.

Mot d'accueil

Prises de parole :

Sylvie VANOUKIA, Région Guadeloupe

Karen CANNENTERRE, BEI

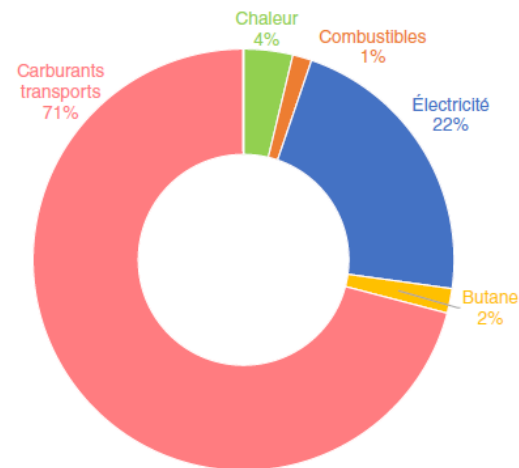
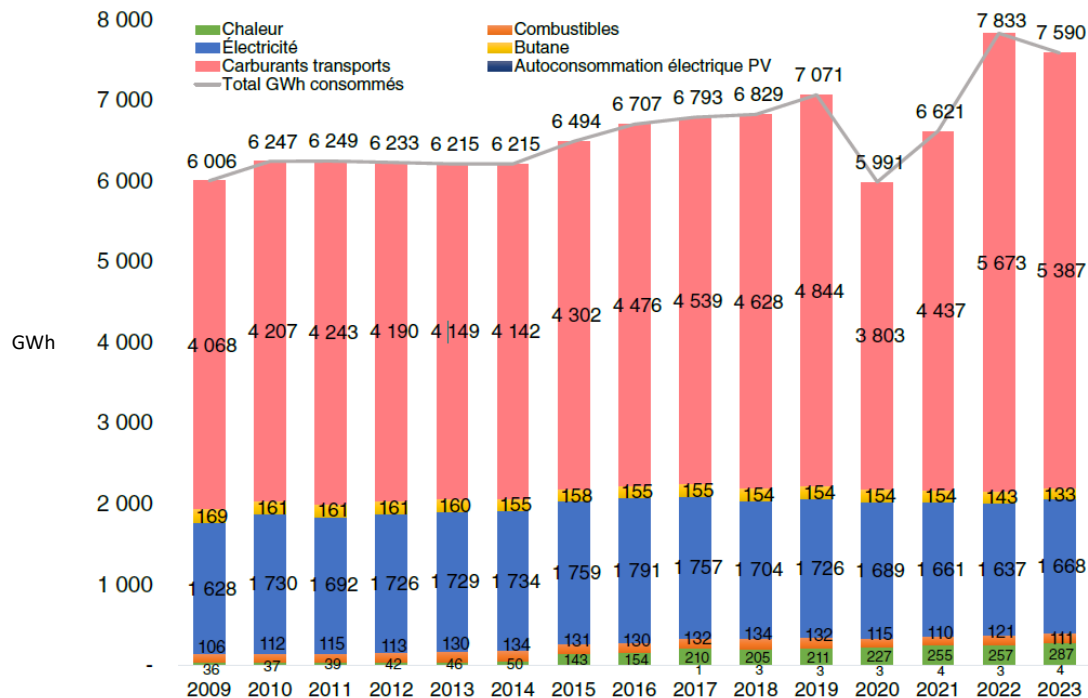
2.

Contexte local de la décarbonation

PPE et chiffres clés de l'énergie en
Guadeloupe
Ludovic OSMAR

CONTEXTE ÉNERGÉTIQUE DE LA GUADELOUPE

Consommation d'énergie finale



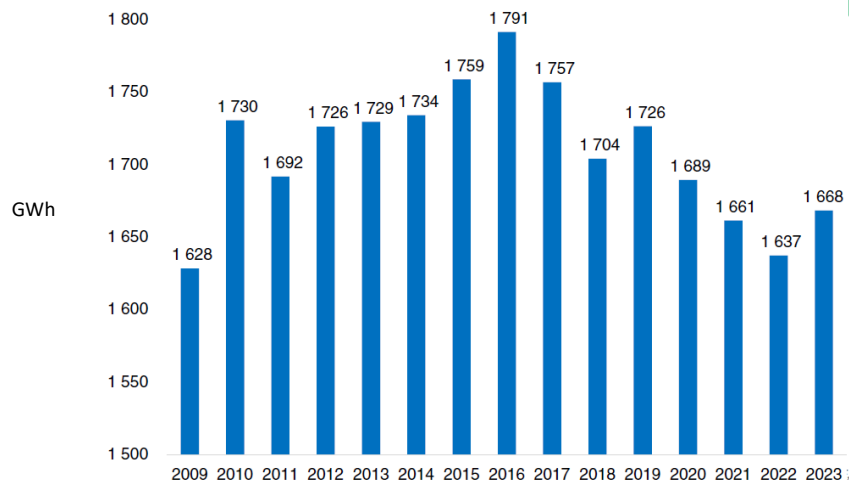
Source OREC



CONTEXTE ÉNERGÉTIQUE DE LA GUADELOUPE

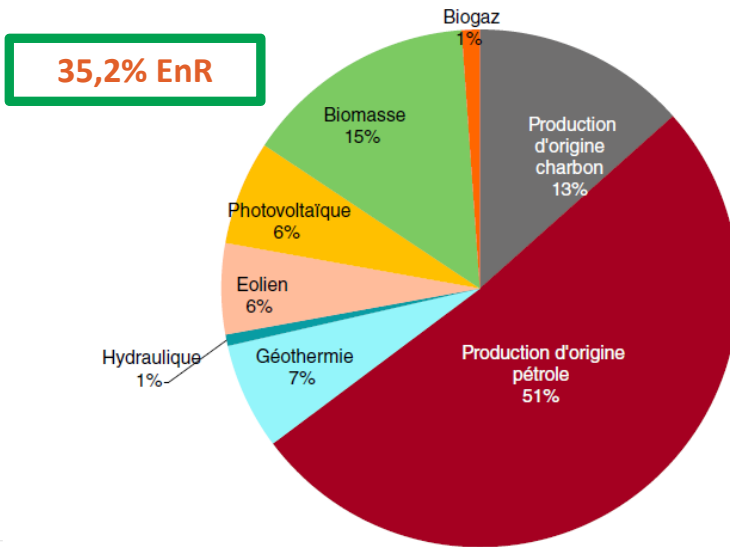
FOCUS SUR L'ÉLECTRICITÉ

Production d'électricité livrée au réseau de distribution guadeloupéen



Source OREC

Le mix énergétique 2023

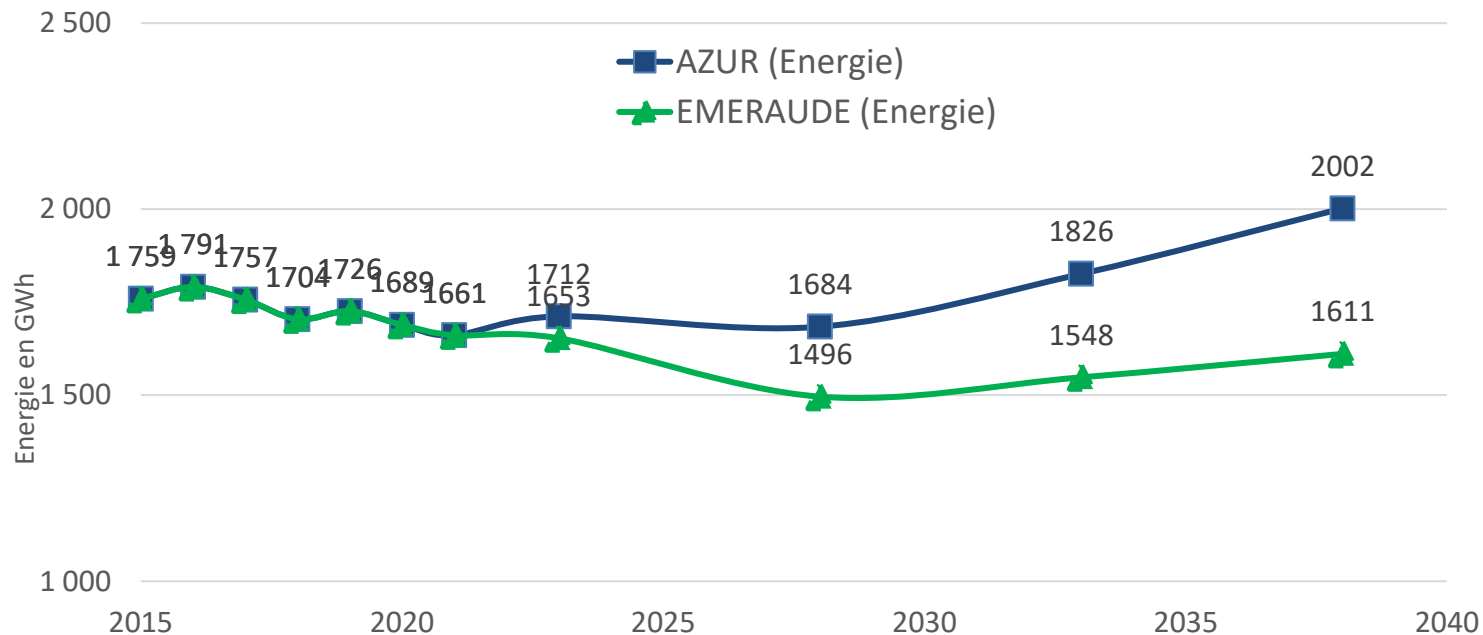


¼ de l'énergie produite est issue de ressources locales



CONTEXTE ÉNERGÉTIQUE DE LA GUADELOUPE

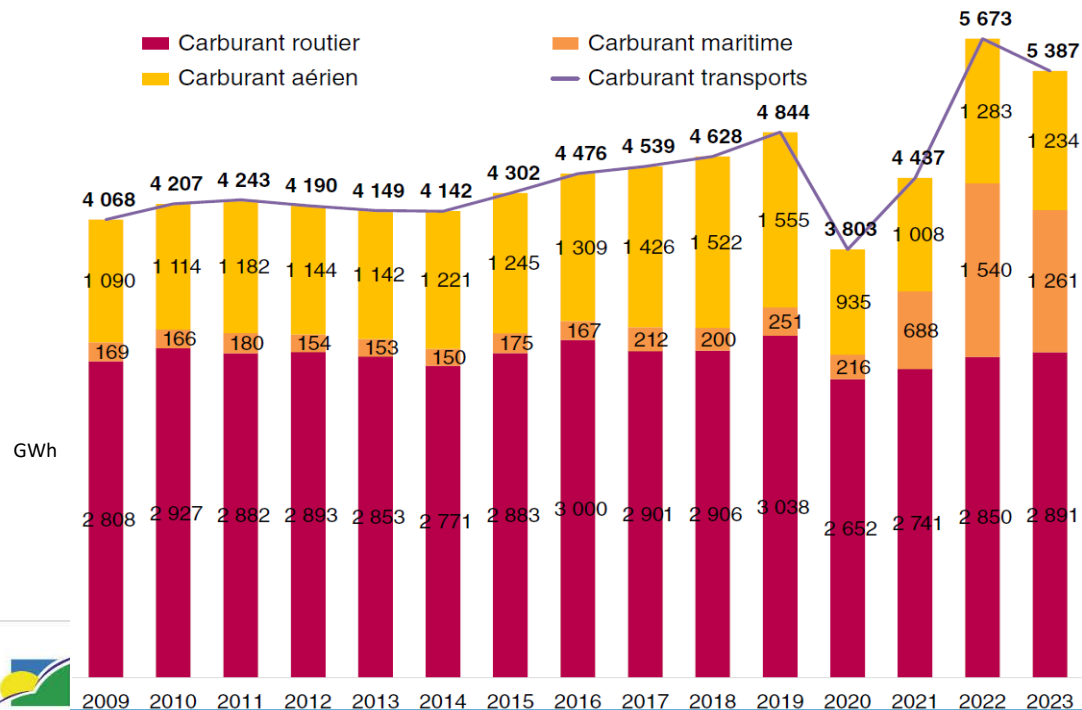
LES SCÉNARIOS D'ÉVOLUTION DE LA DEMANDE



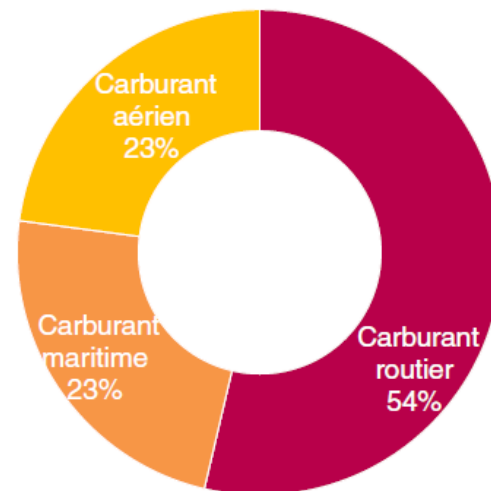
Courbe BPEOD 2022 (EDF)

FOCUS SUR LE TRANSPORT

Evolution de la consommation de carburant dans le secteur du transport de 2008 à 2023



Répartition des consommations de carburants pour le transport en 2023



Source OREC





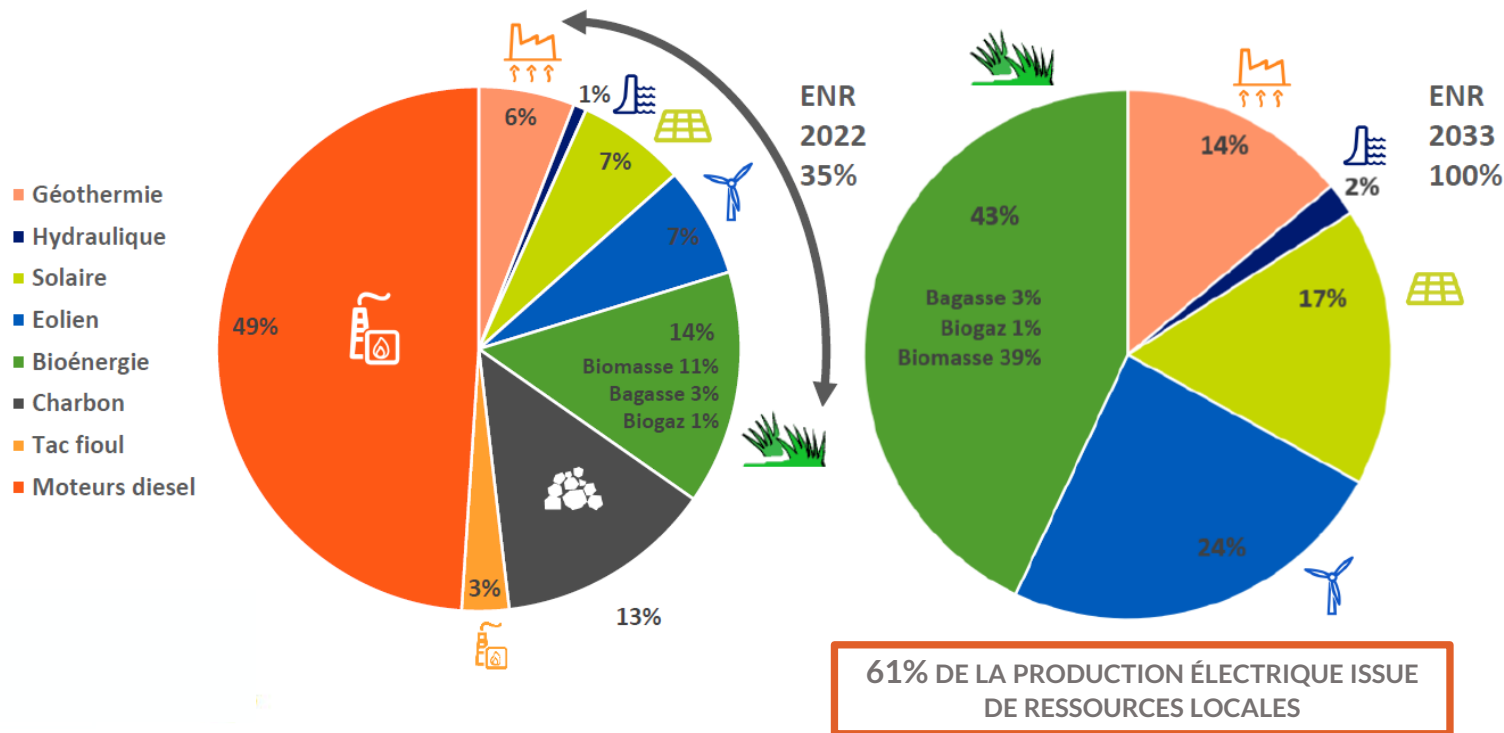
CONTEXTE ÉNERGÉTIQUE DE LA GUADELOUPE

EN SYNTHÈSE, UN TERRITOIRE CARACTÉRISÉ PAR :

- Une forte dépendance aux hydrocarbures
- Une électricité vendue à un tarif péréqué (continuité territoriale), en augmentation tendancielle
- Une stabilisation, voire décroissance de la consommation électrique, corrélée à une action forte des acteurs locaux en faveur de la maîtrise de la demande de l'électricité, mais dont l'évolution sera impactée par le développement de l'électromobilité.
- Un besoin énergétique croissant, tiré par le secteur des transports
- Une diversité et un potentiel de développement important des énergies renouvelables

LA PROGRAMMATION ÉNERGÉTIQUE RÉGIONALE

La poursuite du développement des énergies renouvelables





L'HYDROGENE

Un vecteur de la transition énergétique et de la résilience du territoire

La voie vers une mobilité lourde et professionnelle décarbonée

A court et moyen terme

La manutention, le transport collectif, les lignes de bus urbaines et interurbaines, les taxiteurs, les flottes professionnelles (coursiers, transports de marchandises, ...)

A moyen et long terme

Le cabotage maritime, les dessertes inter-îles, la production d'e-saf pour l'aviation

Réduction de la dépendance énergétique du territoire

Une production d'Hydrogène vert à partir de ressources renouvelables disponibles localement : Photovoltaïque, Eolien terrestre et/ou offshore, ...

Optimisation de la production énergétique des installations non pilotables

Une production d'Hydrogène vert pendant les heures de surproduction des énergies intermittentes raccordées au réseau (PV, Eolien), évitant ainsi l'écrêtement (donc la perte) du productible

Amélioration de la résilience du territoire

Réalimentation énergétique de la population par le recours aux solutions électrogènes H2 suite à l'avènement de phénomènes naturels (ouragans, séismes).

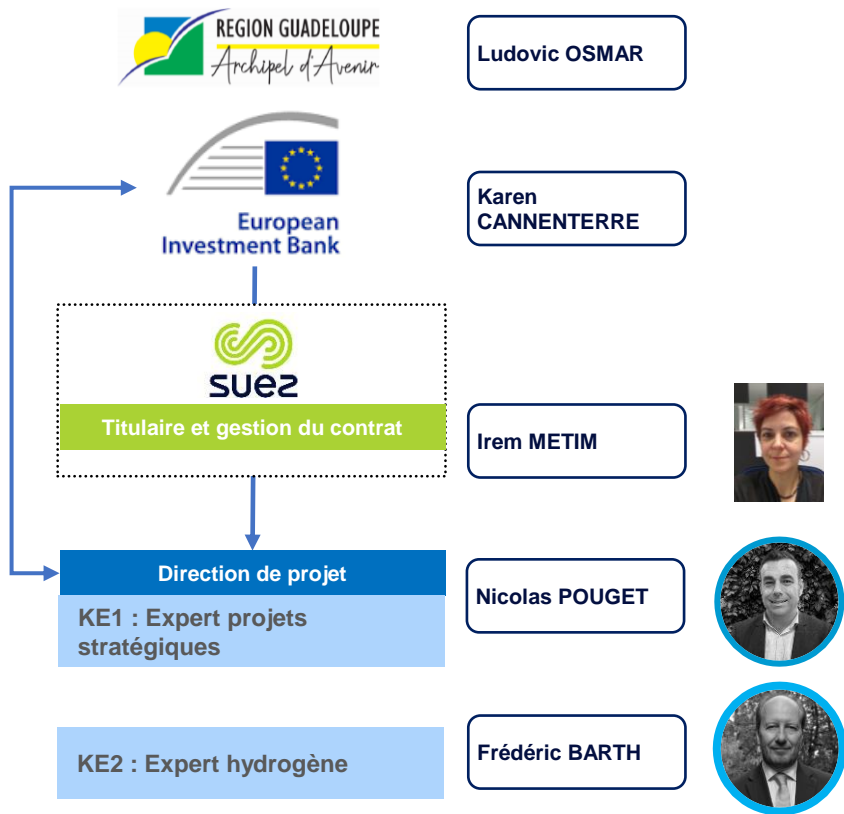
3.

Présentation de l'étude

Objectifs

- 1. Évaluer la pertinence et la viabilité des écosystèmes H₂ :** cette première phase vise à déterminer la faisabilité et la pertinence du développement de ces écosystèmes à l'échelle locale.
- 2. Formuler une stratégie intégrée de développement de l'Hydrogène Vert :** couvrant l'ensemble de la chaîne de valeur, depuis la production jusqu'à l'utilisation finale, en passant par la distribution et le stockage, cette stratégie inclura également les dérivés de l'H₂, tels que les Carburants Liquides Durables (SLFs), et tiendra compte de barrières potentielles comme la compétitivité de l'importation d'H₂ par rapport à la production locale, ainsi que la formation et l'éducation du personnel local.
- 3. Mettre en œuvre la stratégie :** enfin, la stratégie définira le rôle que la Région Guadeloupe pourrait jouer dans le développement de cet écosystème, identifiera les instruments nécessaires, priorisera les projets, et pourra fournir une assistance dans la préparation des demandes de financement auprès de l'Union Européenne et dans l'approche d'investisseurs ou de prêteurs.

Equipe



Experts :

NKE3 : Energie, industrie et chaîne de valeur hydrogène

Jean-Christophe LANOIX



NKE4 : Hydrogène, carburants alternatifs, P-to-X

Martin CHAPUIS



Coordinateur local

NKE1 : Politique énergétique et réglementation

Xavier MIMIETTE



NKE2 : Innovation & EnR, parties-prenantes locales

Ted SOUBDHAN



Organisation de la mission



TÂCHE 1

CONTEXTE & BENCHMARK

INTERNATIONAL

- 1.1. Kick-off présentiel
- 1.2. Analyse du contexte Guadeloupéen
- 1.3. Benchmark international

TÂCHE 5 : Revue du business plan d'1 projet

- Elaboration d'un business model
- Identification de guichets de financement
- Aide à la présentation du projet



TÂCHE 2

ANALYSE DE LA DEMANDE

- 2.1. Mobilité terrestre
- 2.2. Transport maritime
- 2.3. Port de Guadeloupe
- 2.4. Aérien
- 2.5. Industrie
- 2.6. Réseau et diffus
- 2.7. Scénarios d'évolution de la demande (avec CAPEX)

TÂCHE 6 : Assistance au montage d'un dossier de subvention

- Coordination
- Analyse d'impacts socio-économiques
- Consolidation, contrôle qualité...



TÂCHE 3

ANALYSE DE L'OFFRE

- 3.1. Potentiel de production locale
- 3.2. Importation d'hydrogène vert et de dérivés



TÂCHE 4

STRATEGIE REGIONALE

H2

- 4.1. Stratégie Régionale H2 / écosystèmes
- 4.2. Identification de 3 projets prioritaires
- 4.3. Stratégie de communication et de sensibilisation
- 4.4. Réunion de présentation aux ZNI

TÂCHE 7 : Assistance à la mobilisation d'investisseurs / bailleurs

- Préparation d'un info-memo (v0)
- Aide à la consultation du marché
- Caractérisation des besoins d'études additionnelles

PHASE 1

PHASE 2 OPTION

≡ Tâches et planning prévisionnel

| TACHES | Sep 24 | Oct 24 | Nov 24 | Dec 24 | Jan 25 | Fev 25 | Mar 25 | Avr 25 | Mai 25 |
|---|--------|----------------------------|--------|--------|-----------------|--------|-----------------|------------------------------|----------------|
| Pilotage | | ◆ 14-18/10/24 | | | | | | | |
| Tâche 1 : Contexte et benchmark international | | D.1.1 D.1.2 31/10/24 | | | | | | | |
| Tâche 2 : Analyse du besoin | | | | | D.2 10/01/25 | | | | |
| Tâche 3 : Analyse de l'offre | | | | | | | D.3 12/03/25 | | |
| Tâche 4 : Stratégie régionale H2 | | | | | | | | ◆ D.4.1 D.4.2 11/04/25 | ◆ D.4.3 tbd |

◆ Réunions en présentiel

Premiers enseignements tirés des entretiens :

ADEME

« Si on doit décarboner : on doit valoriser toutes les EnR à disposition »

1. **Projet 1** : avancé, soulève des questions non anticipées (investissement dans les bus, conditions d'exploitation renouvellement de flotte). Intérêt : stockage de 5 jours.
2. **Projet 2** : phase II retenue dans Interreg Caraïbes, se focalise sur la R&D.
3. **Projet 3** : creuser les conditions réelles de mise en œuvre
4. Tous les scénarios ZNI à 2050 avec PV induisent de l'écrêtage : explorer la valorisation des services de flexibilité par stockage du surplus de production EnR.
5. En discussion avec la CRE pour connecter les ELY en continu.
6. Concurrence potentielle des projets de valorisation de biomasse (ie. biogaz). Mutualiser ?
7. Electrification des usages : le traitement de fin de vie des batteries chimiques est un sujet.
8. Tenir compte des risques naturels et contraintes de l'insularité.
9. Stratégie d'aides publiques : peut-être **moduler la priorité donnée à l'électrification en ZNI**

DEVELOPPEURS

« Développer une vision systémique et conserver une approche par projets ».

1. Valoriser le potentiel EnR à son maximum.
2. Caractériser la taille du marché est essentiel.
3. Dans tous les cas, du soutien public sera nécessaire : « **L'Etat n'adresse pas l'hydrogène dans les ZNI.** »
4. Tenir compte de l'exposition du territoire aux risques naturels et aux aléas climatiques (régime cyclonique et impacts futurs du changement climatique) en particulier.
5. Le développement de capacités de stockage sera contraint par le foncier.
6. HyGI constitue un projet à l'échelle industrielle pour le territoire.
7. MAGHIC entre en phase de développement technologique (voile), de tropicalisation (avec UA) avant passage à l'échelle.
8. Usages : transports lourds, activités portuaires, logistique, maritime (+ SAF ?).
9. L'intérêt d'une production de carburants de synthèse doit être exploré.
10. Enjeu sur les conditions d'application de la réglementation technique (sécurité, risques).

Green Hysland

1. Une vision intégrée pour une répliquabilité sur 5 territoires : Ténérife (ESP), Madère (PORT), Aran (IR), Ameland (NL), îles Grecques.
2. WP6 : développement de feuilles de route H2
3. L'île de Mallorca développe une feuille de route H2
4. Objectifs : usages mixtes mobilité, chaleur maritime, alimentation des navires à quai, en mélange avec du gaz naturel (réseau).
5. Gran Canaria serait un meilleur exemple.

Occitanie

« Les performances sont là, les coûts restent un obstacle. »

1. Il faut décarboner.
2. Pour avoir de la production, il faut de la demande.
3. Le rétrofit fonctionne mais se heurte à des challenges d'intégration (systèmes propriétaires, homologation, contrôle technique).
4. La supply chain réserve des surcoûts cachés.
5. **L'exploitation doit s'adapter au véhicule.**

4.

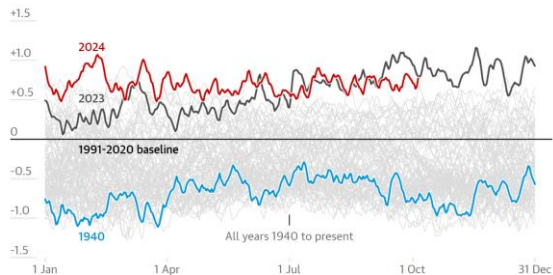
L'hydrogène dans la décarbonation

1. Vision globale

Décarboner pour atténuer le réchauffement climatique

Global surface air temperature

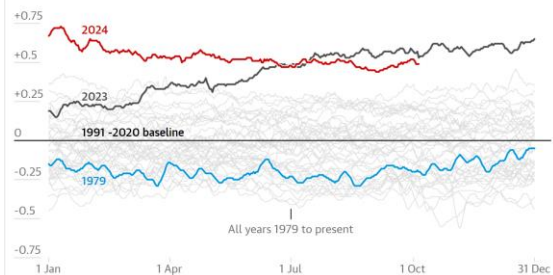
Daily average temperature anomaly, C



Guardian graphic. Source: Copernicus, C35/ECMWF

Global sea surface temperatures

Daily average temperature anomaly, C



Guardian graphic. Source: Copernicus, C35/ECMWF

Points de bascule – risque d’emballement

- ▶ Perte de la glace de la mer arctique
- ▶ Fonte des calottes glaciaires du Groenland et de l’Antarctique
- ▶ Dégel du pergélisol
- ▶ Dépérissement de la forêt amazonienne
- ▶ Ralentissement de la circulation océanique (AMOC)

Impacts à grande échelle

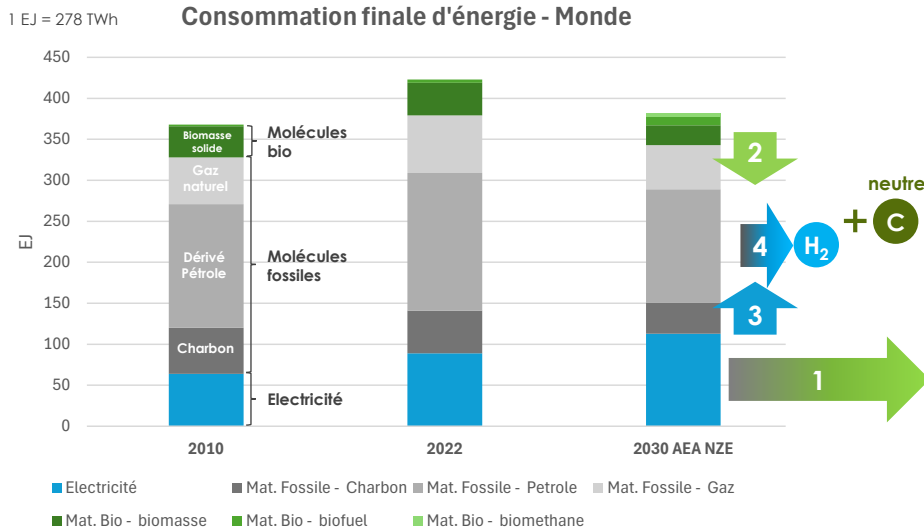
- ▶ Canicules dangereuses pour la vie humaine
- ▶ Mégafeux de forêt
- ▶ Inondations massives
- ▶ Chute production alimentaire
- ▶ Submersion zones habitées

Accord COP 21 de Paris adopté par ses 196 Parties en 2015:

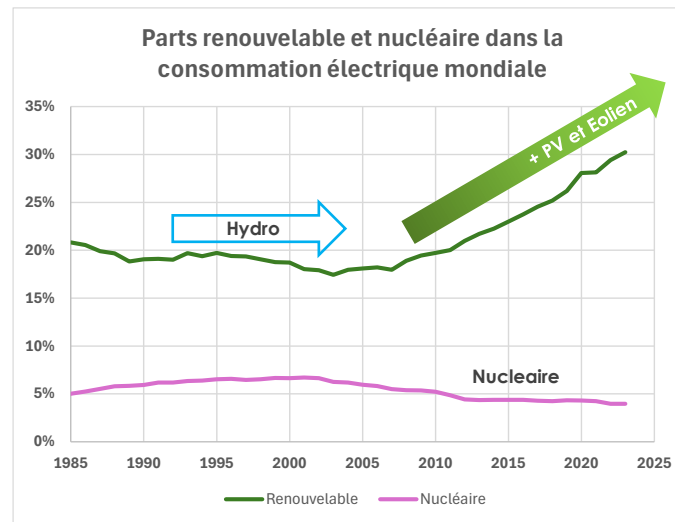
« Limiter « l’augmentation de la température moyenne mondiale bien en dessous de 2°C au-dessus des niveaux préindustriels » et de poursuivre les efforts « pour limiter l’augmentation de la température à 1,5°C au-dessus des niveaux préindustriels. »

La préservation du climat suppose l'abandon des énergies fossiles

... avec l'électricité renouvelable dans le rôle de « nouveau pétrole »



Source: AIE 2023 World Energy Outlook NZE: scénario zero emissions nette en 2050 de l'AIE



Source: World in data – données téléchargées en oct. 2024

Actions requises pour la décarbonation

- 1 Décarboner l'électricité
- 2 Substituer autant que possible le fossile par le bio
- 3 Electrifier autant que possible
- 4 **Electrifier *indirectement* ce qui reste via l'hydrogène**

Rôles de la production l'hydrogène

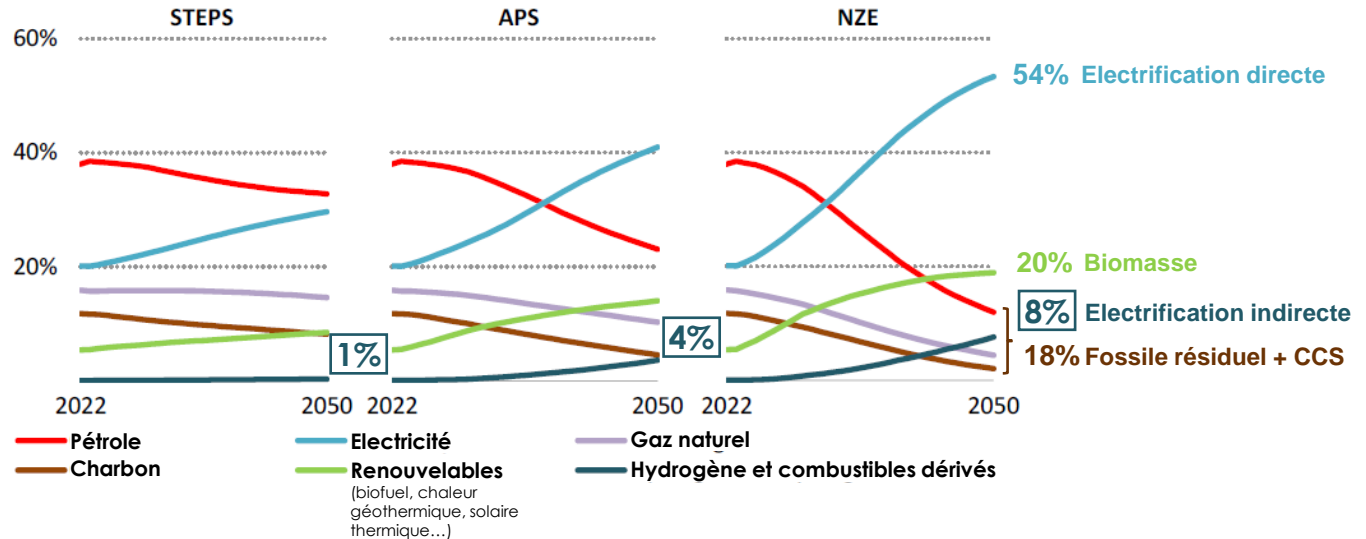
- 1 Apport de flexibilité pour l'intégration poussée d'EnR
- 2 Dopage de la production de biocarburants par gazéification
- 3 -
- 4 **Substitution des carburants fossiles par de l'hydrogène et des carburants de synthèse d'origine renouvelable**

Quelle place pour l'hydrogène dans les trajectoires de décarbonation ?

Un vecteur énergétique nécessaire

Part de l'hydrogène dans la consommation énergétique finale dans le monde

IEA (WEO 2023)



STEPS = Stated Policies Scenario; APS= Announced Pledges Scenario; NZE Net Zero Emissions

Pour atteindre les objectifs de décarbonation, la part de l'hydrogène et de ses dérivés dans la consommation finale d'énergie devra croître dans les secteurs difficiles à décarboner par électrification directe. Cette part dépendra de la décarbonation réalisable par électrification directe et le recours à la biomasse.

De l'hydrogène bas carbone pour quels usages ?

Couplées avec les énergies renouvelables pour les transports et l'industrie

Stockage des énergies renouvelables

Hebdomadaire ou saisonnier

Services système

Réserve (modulation charge électrolyseurs)

Mobilité hydrogène

Camions, bus, véhicules utilitaires
trains, navettes maritimes ...

Décarbonation usages actuels de l'hydrogène

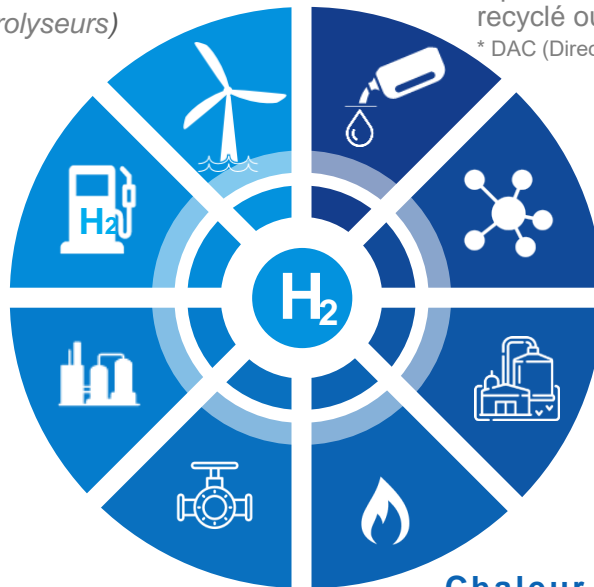
- Raffineries
- Industrie métallurgique
- Verre
- Hydrogénation huiles et graisses

Produits industriels verts

- Ammoniac
- Méthanol
- Acier (DRI)
- Chimie

Décarbonation du gaz naturel

Hydrogène vert injecté dans le réseau gazier



Carburants de synthèse

e-diesel, e-méthanol, e-kérosène, e-methanol, e-ammoniac à partir d'H₂ vert et de CO₂ capturé, d'origine biologique, recyclé ou DAC*

* DAC (Direct Air Capture): capture du CO₂ directement dans l'atmosphère

Méthane de synthèse

Production de gaz naturel de synthèse à partir d'hydrogène vert et de CO₂ capturé (CCUS)

Dopage production biocarburants

Par ajout d'hydrogène renouvelable à la gazéification de biomasse

Chaleur haute température

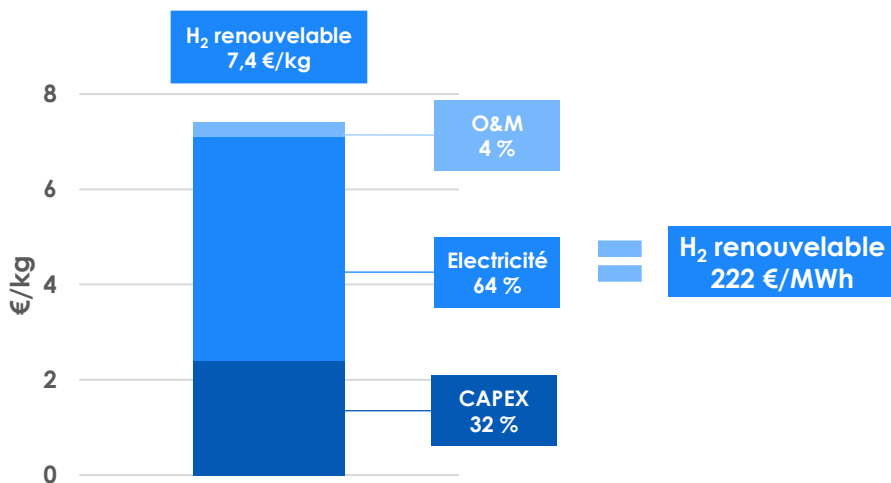
- Combustion directe
- Avec cogénération d'électricité dans pile à combustible HT

Structure de coût de la production d'hydrogène renouvelable

Un coût de production aujourd'hui plus élevé que l'équivalent fossile et principalement déterminé par le coût complet de l'électricité

Coûts de production de l'hydrogène renouvelable

Exemple, 2024, pour un projet bénéficiant d'ENR à 60 €/MWh en Europe (potentiel EnR moyen)



Prix des combustibles fossiles 2024

| | |
|--|---|
| Diesel 192 €/MWh | Diesel ¹ 1,7 €/L |
| Kerosene 93 €/MWh | Kerosene ² 0,91 €/L |
| Gaz naturel³ 39,4 €/MWh | Gaz naturel ³ 0,41 €/m ³ |

From Hydrogen Europe: Clean Hydrogen production pathways – report 2024, adapted by Hinicio;

Assumptions for prices: Alkaline technology; CAPEX: 2250 EUR/kW; LT electricity: LT grid electricity for 550 hours at 80 EUR/MWh for wholesale plus average network fees at 29.3 EUR/MWh, directly connected RE source for 1100 hours at 60 EUR/MWh, renewable PPA for 3850 hours at 60 EUR/MWh plus average network fees at 29.3 EUR/MWh; Other OPEX: 2% of CAPEX; Economic lifetime: 20 years; Energy consumption: 52 kWh/kg; Stack degradation: 0.12%/1000 hours; Operating hours: 5500 h/y; Project details: 100 MWel project starting construction in 2024 in Europe;

¹ prix à la pompe en FR au 10/10/24 incluant les taxes

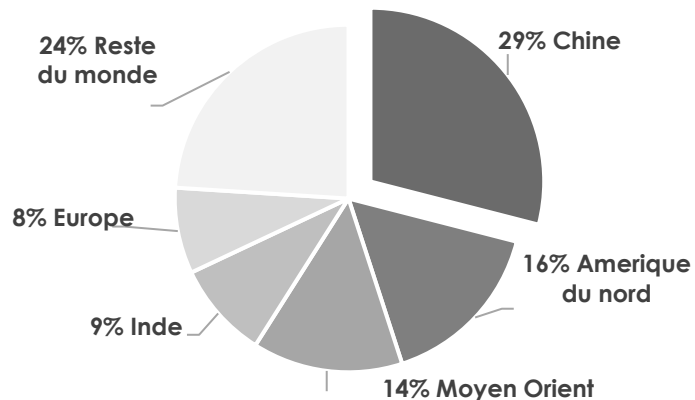
² prix de marché au 10/10/24

³ prix de marché pour 2025 TTF au 10/10/24

Décarboner la consommation d'H₂ gris et les nouveaux usages

Consommation d'hydrogène par région du monde, 2023 [1]

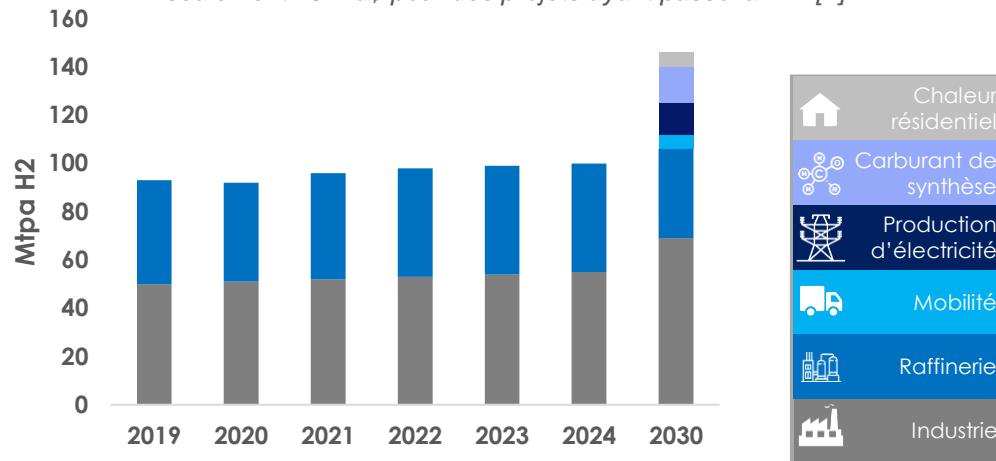
97 Mton d'hydrogène gris consommés en 2023



- ▶ La Chine est le principal consommateur mondial d'hydrogène.
- ▶ La Guadeloupe est située à proximité du second marché, l'Amérique du Nord

Evolution de la demande d'hydrogène et de ses dérivés par secteur, monde [1]

320 Md\$ d'investissement* d'ici 2030 ont été annoncés, mais seulement 29 Md\$ pour des projets ayant passé la FID [2]



- ▶ L'hydrogène est aujourd'hui majoritairement consommé dans les raffineries et pour la production d'ammoniac
- ▶ Les nouveaux usages industriels, la décarbonation de la mobilité, la production de carburants de synthèse vont progressivement augmenter la taille du marché.

Source: [1] Hiniçio à parti de IEA, Global Hydrogen Review 2024

*production, transport et utilisation d'hydrogène renouvelable et décarboné

La chaîne de valeur de l'hydrogène

De multiples possibilités de production, stockage, transport et utilisation

PRODUCTION

- ▶ Electrochimie
- ▶ Thermochimie
- ▶ Hydrogène comme sous-produit

CONDITIONNEMENT

- ▶ Compression
- ▶ Liquéfaction
- ▶ Conversion chimique pour le transport
 - NH₃
 - LOHC

STOCKAGE

- ▶ Stockage de gaz comprimé
- ▶ Réservoir d'hydrogène liquide
- ▶ Stockage hydrure métallique
- ▶ Stockage géologique

TRANSPORT

- ▶ Gazoduc
- ▶ Routier
- ▶ Maritime

RECONDITIONNEMENT

Le cas échéant:

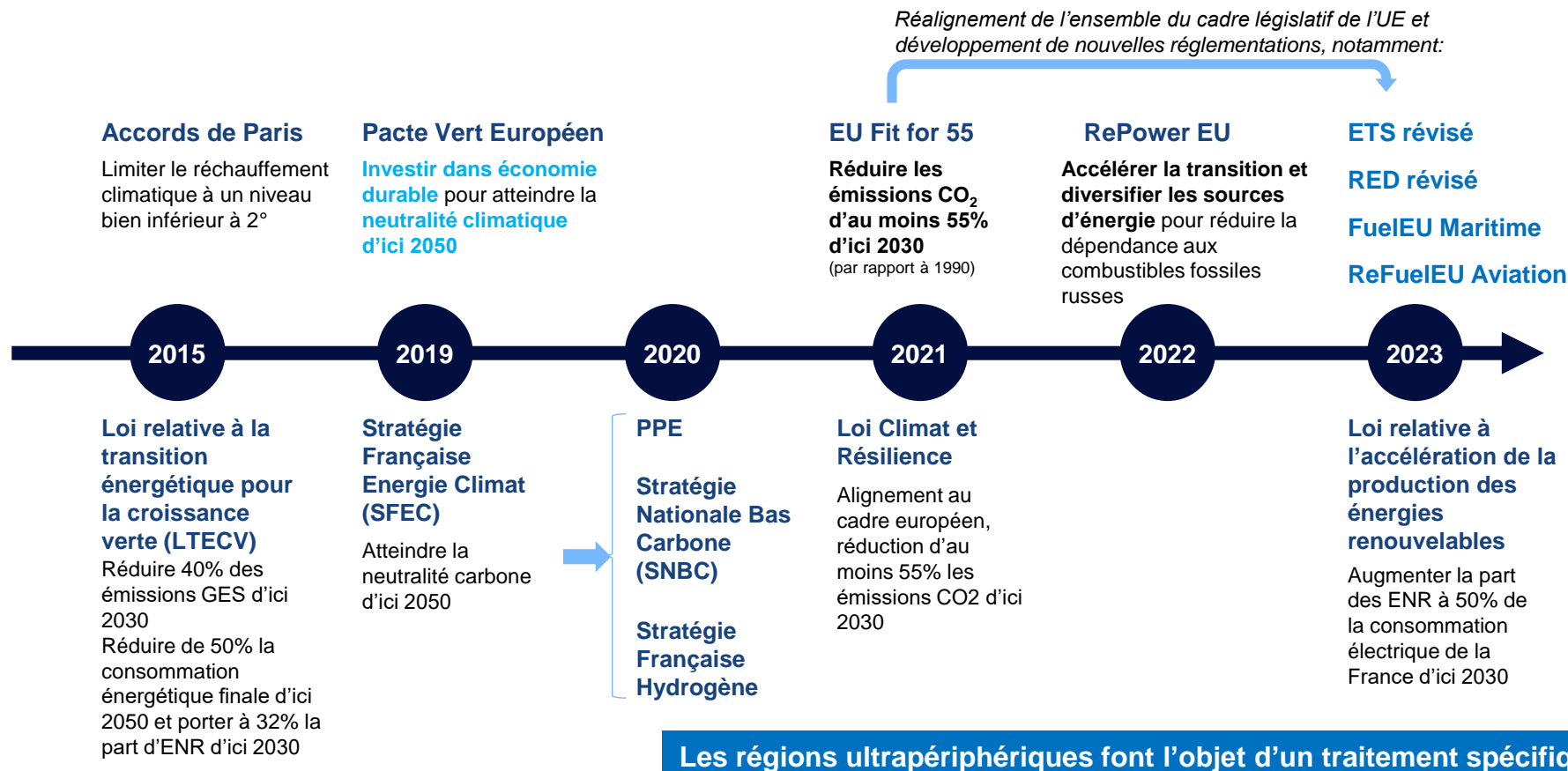
- ▶ **Recompression pour ravitaillement véhicules**
- ▶ Vaporisation
- ▶ Déshydrogénation

UTILISATION FINALE

- ▶ Hydrogène gazeux
- ▶ Hydrogène liquide (spatial, aviation long terme)

GPEC

Réglementation Européenne et nationale



Hydrogène renouvelable et décarboné : les ambitions françaises

Stratégie française, projet 2023 [1]

6,5
GW

Installer une capacité de production électrolytique d'hydrogène bas-carbone de **6,5 GW en 2030 et de 10 GW en 2035.**

600
kt

600 kt d'hydrogène décarboné produit en France en 2030, puis 1 Mt en 2035.

9
Md€

9 Md€ mobilisés par l'Etat pour soutenir le développement de la filière dont 4 Md€ de soutien public pour le déploiement de 1 GW de capacité d'électrolyse.

Secteurs priorités:

- ▶ **Remplacement de l'hydrogène gris** consommé dans le raffinage, la production d'ammoniac, la chimie, l'industrie diffuse
- ▶ **Mobilité avec usage intensif:** bus, poids lourds et autocars
- ▶ Nouveaux usages pour la **décarbonation de l'industrie** (acier, chimie...)
- ▶ **Carburants de synthèse** pour l'aviation et le maritime
- ▶ **Flexibilisation du système énergétique:** stockage court à long terme, soutien réseau

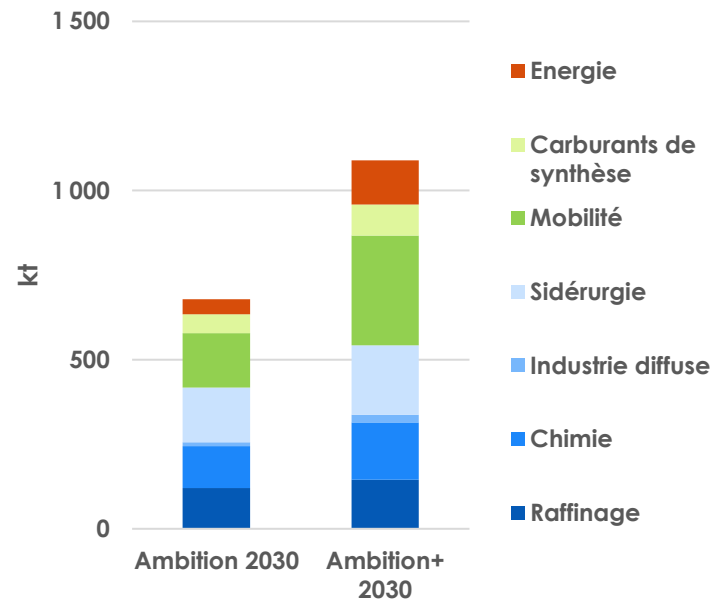
Source: [1] Stratégie Nationale pour le développement de l'hydrogène décarboné en France

[2] Hincio & France Hydrogène - Trajectoire pour une grande ambition Hydrogène

Une demande potentiellement importante

Reference: 900 kt d'hydrogène gris produit en France en 2023

Scenario demande H₂ renouvelable ou bas carbone en France, 2030 [2]



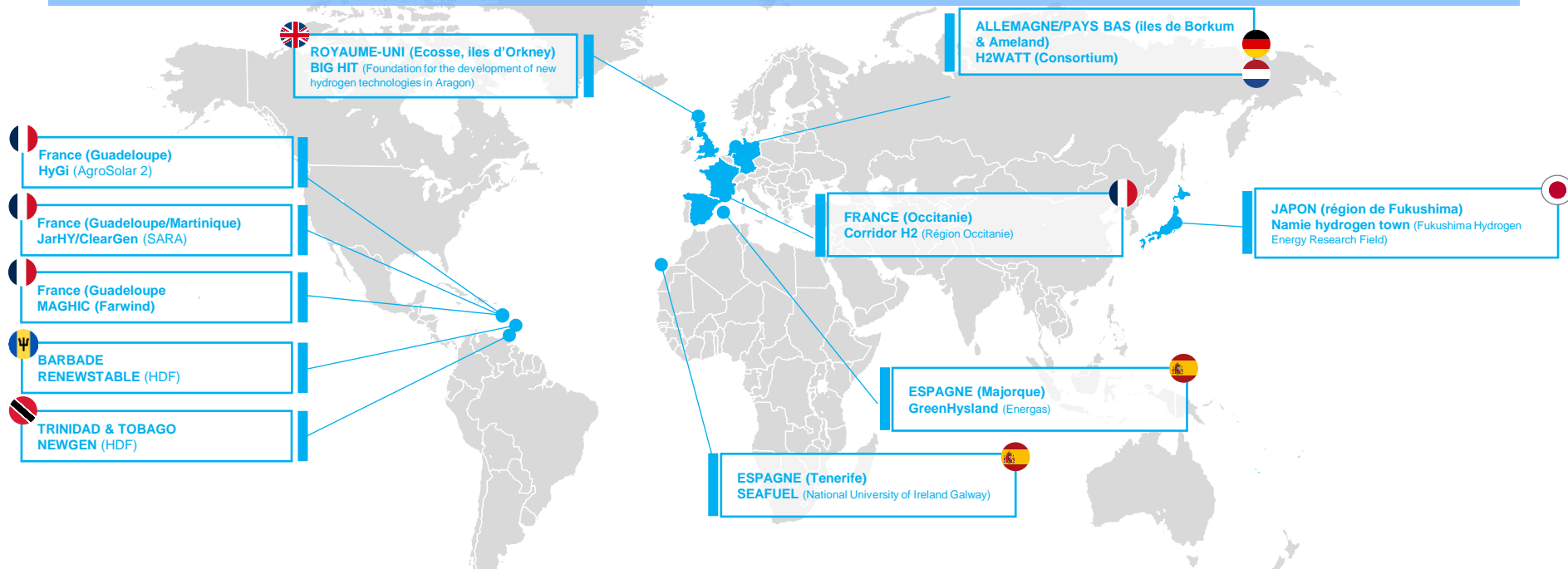
4.

Le rôle de l'hydrogène dans la décarbonation

2. Benchmark international

Panorama de projets hydrogène d'intérêt

Le développement de projets dans des régions présentant des caractéristiques similaires à la Guadeloupe (ZNI, contexte énergétique, économie) permet de tirer des enseignements sur les écosystèmes H2 pouvant être déployés.



Points essentiels : Projets avec un focus sur la décarbonation, l'indépendance énergétique et une dimension écosystémique
Diversité des usages

Informations principales

Localisation



Bridgetown,
Barbade

- **Projet en ZNI**
- **Ecosystème** : non
- **Population (2022)** : 281 635 habitants
- **PIB (2022)** : 5,7Md\$
- **Statut du projet** : 2021, en cours de développement
- **Mise en service** : 2025
- **Porteur de projet** : HDF

Partenaires



Budget

169 M\$ dont 41M\$ subventions
(Green Climate Fund GCF)

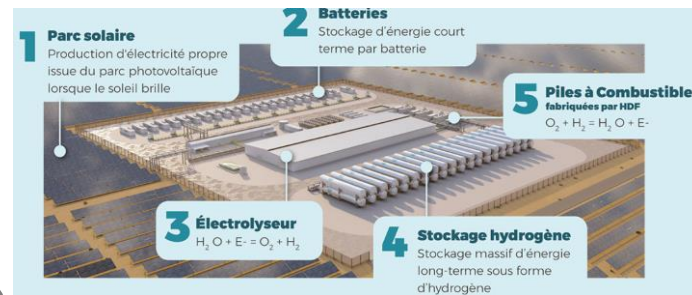
Caractéristiques

Production :

- Production d'électricité : par panneaux solaire (50 MWc)

Usages :

- Electrolyseur : 15 MW
- Stockage : 15 MW batterie lithium-ion
- Stockage H2 : par gaz pressurisé (90 MWh)
- Pile à combustible PEM pour produire de l'électricité (3 MW)
- PPA de 25 ans (Barbados Light and Power Company)
- Le projet abritera aussi un élevage de moutons à ventre noir



Enseignements

Le business model de Renewstable repose sur la **production en continu d'électricité renouvelable en combinant l'énergie solaire et l'hydrogène vert** pour stocker l'énergie excédentaire. Ce modèle permet d'assurer une production sans intermittence en utilisant des piles à combustibles. Ce projet **favorise la répliquabilité dans des zones insulaires** ou isolées dépendantes des combustibles fossiles avec des ressources solaires abondantes. Ce projet est répliqué en Afrique (Namibie, Zimbabwe, Afrique du Sud), en Europe (Chypre, Grèce), au Mexique, en Océanie (ile Fiji), en Indonésie et aux Philippines

Informations principales

Localisation



Ile d'Orkney, Ecosse

- **Projet en ZNI**
- **Sous forme d'écosystème**
- **Population (2023) : 22 000 habitants**
- **PIB (2022) : NC**
- **Statut du projet** : 2016, en service
- **Porteur de projet** : Aragon Hydrogen Foundation

Partenaires



Budget

7,2M€
Dont 5M€ de subvention du FCH-JU

Caractéristiques techniques

Production :

- Production électricité : par **éolien onshore** (900kW (Shapinsay) et 900kW (Eday), et par **turbine marémotrice**
- Production H2 : **Electrolyseur PEM** (0,5MW sur l'île d'Eday et 1MW sur l'île de Shapinsay) (50 tH2/an)
- Stockage haute pression et transport de l'H2 entre les deux îles par tube trailer sur un ferry

Usages :

- Pile à combustible de 75kW qui fournit chaleur et électricité aux bâtiments portuaires, une marina et à 3 ferries à quai
- HRS pour l'alimentation de 10 véhicules H2 légers
- Chaudière catalytique de 30kW pour la production de chaleur



Enseignements

Le business model de Big Hit est centré sur l'utilisation du surplus de production des énergies renouvelables produites localement pour la production d'H2, qui permet d'atteindre des coûts d'électricité moyen nuls voir négatif, et de produire l'H2 à très bas coût. La répliquabilité est favorisée dans des ZNI ou un surplus de production ENR est délesté car le réseau ne peut pas l'absorber.

La mobilité est l'application de l'hydrogène la plus économiquement pertinente parmi les différentes applications testées par le projet.

Informations principales

Localisation

Île de Tenerife



- **Projet en ZNI**
- **Ecosystème** : Non
- **Population (2023)** : 950 000 habitants
- **Statut du projet** : En service
- **Date de mise en service** : Juillet 2023
- **Porteurs de projet** : consortium

Partenaires



Budget

3,65 M€
Dont 2,6 de subvention EU

Enseignements

Le projet Seafuel exploite les ressources renouvelables des îles Canaries pour produire de l'hydrogène vert à partir de l'eau de mer. Cet hydrogène est utilisé pour la mobilité. Ce projet repose sur un **partenariat public-privé et vise à créer une chaîne de valeur locale**. Ce projet souhaite développer une boîte à outils et un modèle d'affaires répliquables aux zones insulaires pour réduire leurs dépendances énergétiques et leurs coûts énergétiques.

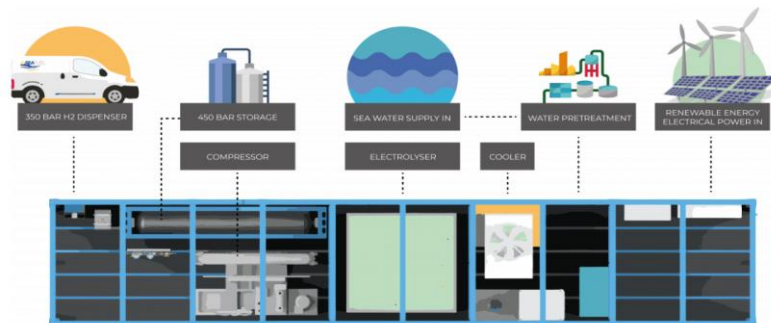
Caractéristiques techniques

Production :

- Production électricité : 51 MW d'énergie renouvelable (panneaux solaires, éoliennes et énergie marémotrice)
- Station de dessalement de l'eau : 125 m³/jour
- Production H₂ par électrolyseur : 3,65 t/y

Usages :

- Station HRS (25kgH₂/j à 350 bars)
- Production d'hydrogène par dessalement
- 5 véhicules légers et 3 véhicules de travail



Benchmark : les messages clés

- ▶ **Peu de retour d'expérience opérationnel** et à l'échelle industrielle
- ▶ **De nombreux projets en phase de démarrage**
- ▶ **Des enjeux partagés dans les ZNI**
 - **Valoriser TOUT le potentiel EnR**
 - **Mutualiser les usages** pour viabiliser le modèle d'affaire
 - **Valoriser les services rendus au système électrique** permettant de diminuer le coût global de l'électricité consommé
 - **Inform**er les communautés **et former** aux nouveaux métiers
- ▶ Un besoin commun : **soutenir les initiatives pilotes pour amorcer les filières**
- ▶ La notion **d'écosystème** peut s'envisager à l'échelle du territoire, avec des sous-ensembles possibles.

4.

Le rôle de l'hydrogène dans la décarbonation

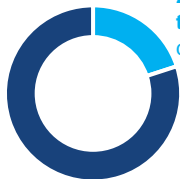
3. Adapter l'emploi et les compétences

Accompagner l'émergence des métiers de la décarbonation

Des besoins de recrutement évolutifs dans le temps et peu anticipés pour la filière H₂ pour atteindre entre 50 et 100 000 emplois directs et indirects en France

Innovation et développement

80% des besoins en ingénieurs avec un besoin de qualification élevé (conception, ingénierie, et R&D)



20% des besoins en techniciens intervenant dans la conception

2022 : 5 800 emplois directs

Ouverture des projets et montée en puissance

60% des besoins en ingénieurs

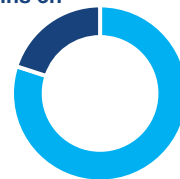


40% des besoins en techniciens

Une montée en puissance des opérations sur les premiers projets et la mobilité

Industrialisation et capacité de production stabilisée

20% des besoins en ingénieurs



80% des besoins en techniciens

Le volume le plus important sera sur les opérations (exploitation et maintenance)

50 000-100 000 emplois directs et indirects sur plus de 80 métiers

L'offre de formation s'accélère mais encore peu visible

- En 2023, **216 offres de formations disponibles** (essentiellement des contenus spécifiques à l'hydrogène ajoutés dans des programmes existants sur les formations bac +4/5 et masters et des modules de sensibilisation)
- Seules **35%** des formations recensées sont **certifiantes**

Source : Développer l'emploi et les formations pour la filière hydrogène, Etude DEF'Hy, France Hydrogène, AFPA, EIT Innoenergy, Pôle Emploi, RCO, Adecco Digital France

Des travaux amorcés en Guadeloupe sur la filière H₂

5.

Retours d'expériences des projets locaux

L'actualité et la vision des porteurs de projets

SARA

Génergies



SARA – Initiatives et projets H2 aux Antilles et en Guyane



SARA engagée pour fournir une énergie décarbonée

Au-delà de la transition énergétique nécessaire des transports émetteurs de CO₂, la contribution de SARA porte aussi sur le maintien d'une **activité industrielle locale**, créatrice **d'emplois qualifiés**, de **savoir-faire** et de **valeur ajoutée**.

Nos territoires ne sauraient être uniquement centrés sur le secteur tertiaire et l'activité du service, importante mais pas suffisante.

Notre **indépendance énergétique** passe par notre capacité à **produire localement**, même partiellement, les énergies nécessaires au développement de nos régions, via un mix énergétique adapté.

Notre feuille de route hydrogène a permis de :

- Fixer un cap et des échéances,
- Sensibiliser et mobiliser en interne comme en externe (écosystème à définir) – *Ateliers hydrogène*
- Participer à des études de faisabilité et de déploiement de l'hydrogène – *projet MAGHIC*
- Expérimenter (Test and Learn) – *projet JarHy*,
- Coconstruire avec les parties prenantes et les acteurs économiques locaux des projets « industriels » - *projet HYGI*

Atelier “ L'Hydrogène en questions ” organisé par SARA Guadeloupe le **18 avril 2023** pour réunir les acteurs pour un point d'étape sur la chaine de valeur hydrogène en Guadeloupe.

En partenariat avec








Les initiatives et projets SARA en



- **Station H₂ JarHy** : Mise en service sur le terminal en **mars 2023** d'une station « pilote » de production et de distribution d'hydrogène avec 2 véhicules de service hydrogène.
 - Station compacte de 4,5 t (production/ compression-stockage/ utilités)
 - Capacité de production de 2kg d'H₂/jour, pur à 99,995%, sans produits corrosifs, conforme pour véhicules à pile à hydrogène (ISO 14687)
 - Stockage de 7 jours de production,
 - Temps de recharge moyen d'un VL à 350 bars (réservoir < 10 kg) : 10 à 15 minutes



- **Projet MAGHIC - 2023** : porté par 5 partenaires FARWIND     
Projet lauréat au programme Interreg Caraïbes, étudiant la faisabilité de mise en œuvre d'une filière énergétique en hydrogène renouvelable, produit en mer sur un navire énergie, couplée à une infrastructure terrestre de déchargement, de stockage et de distribution.
- **MAGHIC 2 - 2024** : poursuite des études au côté du Chef de file et de nouveaux partenaires (MARFRET/ UA et autres partenaires pays-tiers)



- **Projet HYGI** : Acteurs partenaires



Lauréat de l'AAP Ecosystèmes territoriaux hydrogène de l'ADEME en 2021.

HYDROMOB (production d'hydrogène bas carbone) en



Présentation du projet :

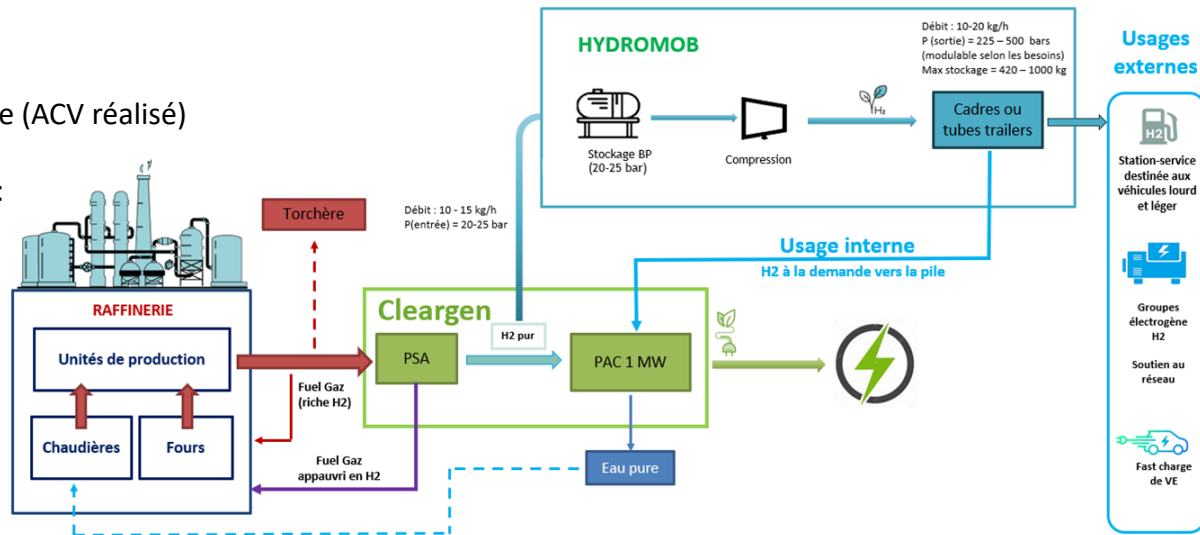
- Projet accolé à CLEARGEN (2 Piles à Combustible pour 1 MW au total)
- Usage d'H₂ coproduit puis purifié via le PSA (process de séparation d'un mélange de gaz par adsorption)
- Valorisation complémentaire sortie PSA via Projet HYDROMOB fléchée vers
 - CLEARGEN, à la demande,
 - Les « Usages externes »

Bénéfices attendus du projet :

- Fournir plus de 100 t/an d'H₂ bas carbone (ACV réalisé)
- Fournir de l'H₂ à un prix acceptable
- Répondre à des usages externes tels que:
 - La mobilité
 - Le secours
 - Le soutien au réseau

Avancement du Projet :

- En phase APD (Avant-Projet Détaillé)
- Début 2025 : réalisation des EDD
- Mise en service prévisionnelle : fin 2025





SARA est actionnaire à hauteur de 30% dans le projet.

Présentation du projet :

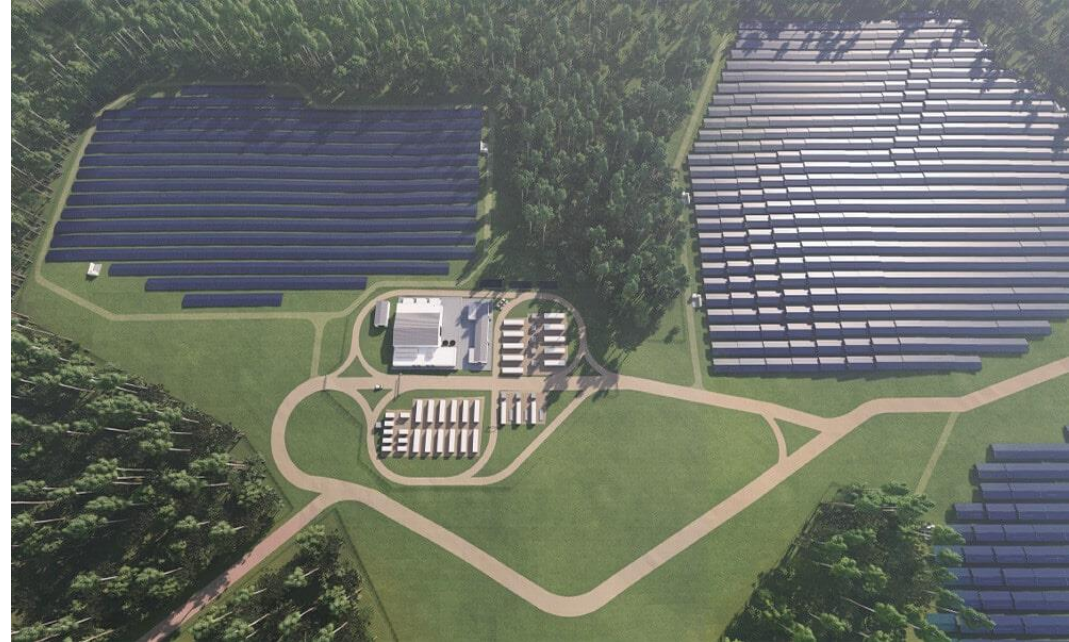
La CEOG est une centrale électrique innovante associant un parc photovoltaïque (55 ha) et un stockage d'énergie long terme d'hydrogène.

Bénéfices attendus du projet :

- Fournir 10MW de 8h à 20h et 3MW de 20h à 8h,
- Equivalent d'une production de 50GWh/an,
- Equivalent au besoin de 10 000 foyers,
- Contribuer à l'indépendance énergétique de la Guyane et au développement de l'emploi local.

Avancement du Projet :

- En phase de construction
- Mise en service prévisionnelle : mi-2026



Le projet CEOG permet aussi de contribuer à la structuration de la filière hydrogène, notamment via son besoin en compétences sur l'exploitation, la gestion, la maintenance d'équipements hydrogène.

HYdrogen for Green Islands PROJET HYGI PETIT-BOURG



GENERGIES

INNOVATIONS DURABLES

Groupe ENERGIES

Crée en Guadeloupe en 2008

- 49 collaborateurs
- 2 pôles d'activités
- 4 agences
- 22 MWc de générateurs PV
- Micro-grid à Jarry (2013)
- 2,7 MWh stockage connecté réseau

Pôle "Ingénierie et services"

Métiers :

- Conception
- Construction
- Exploitation - Maintenance

Pôle "Infrastructures ENR"

Métiers :

- Développement
- Investissements
- Production d'électricité



Photovoltaïque



Mobilité électrique



H2 Energie



GUADELOUPE



MARTINIQUE



GUYANE



FRANCE

Partenaires et soutiens du projet

Des expertises complémentaires au service d'un projet à impact



Expertise technique et opérationnelle

- Production H2 et stockage gaz aux Antilles (raffinerie et dépôts pétroliers)
- Projet CLEARgen - Martinique : Pile à combustible 1 MW d'hydrogène au sein de la raffinerie de la SARA.
- Projet CEOG – Guyane : production solaire stable de 10 MW en journée et 3 MW la nuit



Développement économique du territoire

- Soutien à la Transition vers l'autonomie énergétique
- Soutien à l'innovation



Autorité organisatrice de la mobilité

- Décarbonation du transport de passagers
- Projet BHNS



Appel à projet 2021 - Ecosystèmes hydrogènes

- Unique projet lauréat aux Antilles-Guyane
- Soutien à la transition énergétique



Labélisation et retour d'expérience

- Soutien à la Transition énergétique
- Soutien à l'innovation

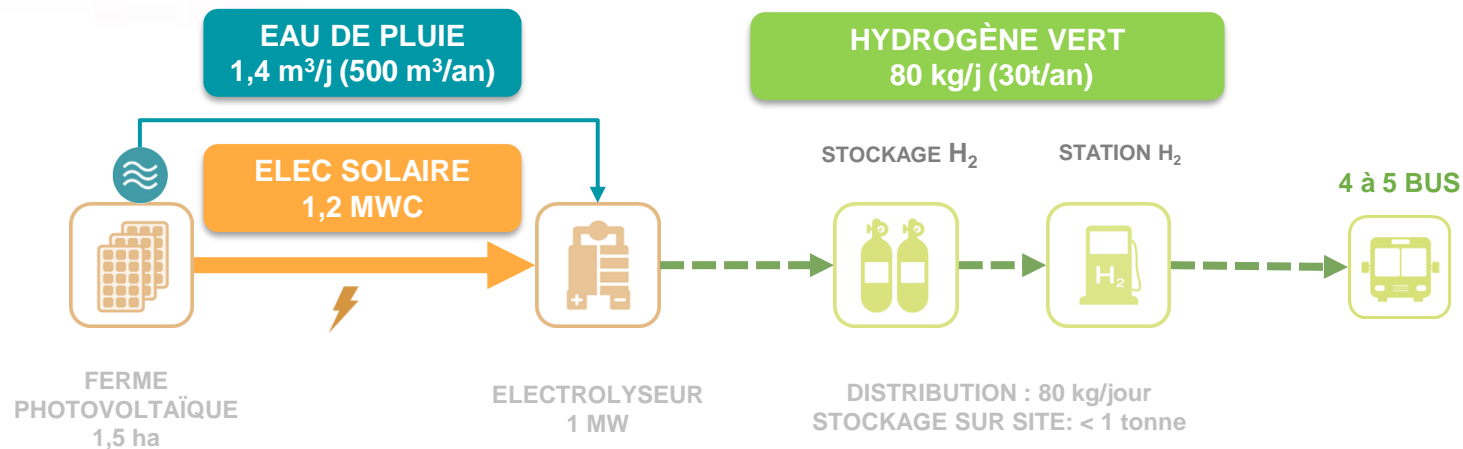


Présentation du projet HYGI Petit-Bourg

pour une mobilité durable en Région Guadeloupe

Le concept HYGI :

Une station H₂ 100% Vert
Autonome, locale, scalable



- Le projet HYGI vise la réalisation d'une station de production-stockage-distribution d'hydrogène 100% vert permettant d'alimenter des bus.
- La production d'hydrogène est réalisée par électrolyse de l'eau, à partir de l'électricité produite par un générateur photovoltaïque.
- L'eau de pluie collectée sur les tables photovoltaïques est utilisée pour la production d'hydrogène.
- Le concept se distingue par la maîtrise de ses impacts environnementaux, son intégration locale, et sa forte répliquabilité.

HYGI à ZAC la Lézarde - Petit-Bourg en bordure de RN1

- Terrain plat constructible de 1,6 ha
- Angle rue Tourment Césarion et impasse Michel Guillon



Une faible empreinte environnementale

Etude de risque inondation au titre du PPRN réalisée par le bureau d'étude SCE :

« L'implantation du projet n'a pas d'incidence et l'impact de l'aménagement s'avère neutre sur le milieu naturel en terme d'inondation. »



Vue vers le Nord-Est



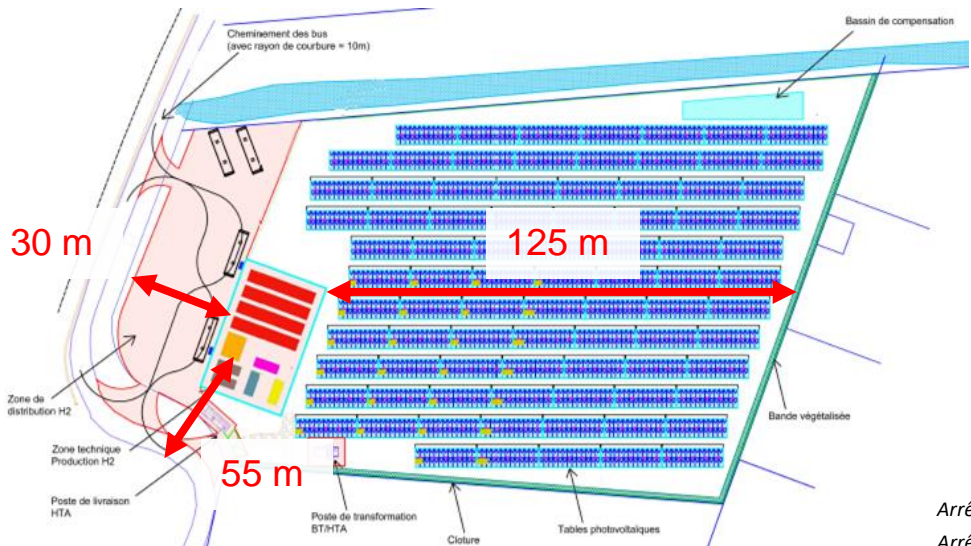
Vue le long de la RN1



Vue depuis le sud (rue T.Césarion)

Un fonctionnement sécurisé

- Les quantités stockées sont très faibles (300 à 900 kg)
- La station est entourée d'un mur d'enceinte en béton
Hauteur mini 3m et stabilité au feu R120
- Les distances réglementaires d'éloignement sont largement respectées



| Eloignement des risques | Réglementation | | Projet HYGI Petit-Bourg |
|---|--|------------------------------------|--|
| | (en absence de mur de séparation) | (en présence de mur de séparation) | (présence de mur de séparation) |
| Zone de stockage située en plein air (< 1t) | <ul style="list-style-type: none"> 8m vis-à-vis des stocks de carburants ou autres substances inflammables (station essence ESSO) 8m vis-à-vis des limites de propriétés ou de tout autre bâtiment | 0,5m | <ul style="list-style-type: none"> > 55m vis à vis de la station essence > 30m des limites de propriété > 125m des riverains |
| Zone de distribution | <ul style="list-style-type: none"> 6 à 14m vis-à-vis des stocks de carburants ou autres substances inflammables (station essence ESSO) | 0,5m | <ul style="list-style-type: none"> > 55m vis à vis de la station essence > 30m des limites de propriété > 125m des riverains |

Arrêté du 12/02/98 relatif aux installations classées soumises à déclaration sous la rubrique n°4715

Arrêté du 22/10/18 relatif aux installations soumises à déclaration sous la rubrique n°1416

Un projet à impact, une référence régionale majeure

- Création d'emplois **6 emplois** pérennes et qualifiés
- **Amorce et structuration de la filière H₂** aux Antilles
- Appui à la **continuité de service** (énergie et transport) en cas de crise
- Modèle référent dans le domaine de l'**énergie renouvelable** et de la **mobilité durable**.
- **Réplicabilité, proximité** et **cohésion** du territoire
- **Rayonnement technologique** au niveau local et régional
- Valorisation du site et **urbanisation raisonnée**, préservant la perméabilité des sols



Discussion



Région Guadeloupe