

# SITES ET CONDITIONS GÉNÉRALES POUR LA PREMIÈRE INSTALLATION DE RÉFÉRENCE D'HYDROGÈNE

5ème édition de la Journée Algéro-Allemande de l'Énergie, Alger, 23 Octobre 2023  
Les technologies d'avenir qui nous relient: Énergies renouvelables et Hydrogène vert

*Wolfgang Eichhammer, Fraunhofer Institut pour les Systèmes et l'Innovation ISI*



Fraunhofer ISI / Fraunhofer ISE

# Objectifs de notre étude

- Étudier l'hydrogène dans un future développement de Algérie vers la neutralité carbone.
- Étudier les premiers sites de projets et d'opportunités d'investissements.
- Étudier la certification de l'hydrogène vert qui pourra être important pour une future économie Algérienne reliée à l'export de l'hydrogène

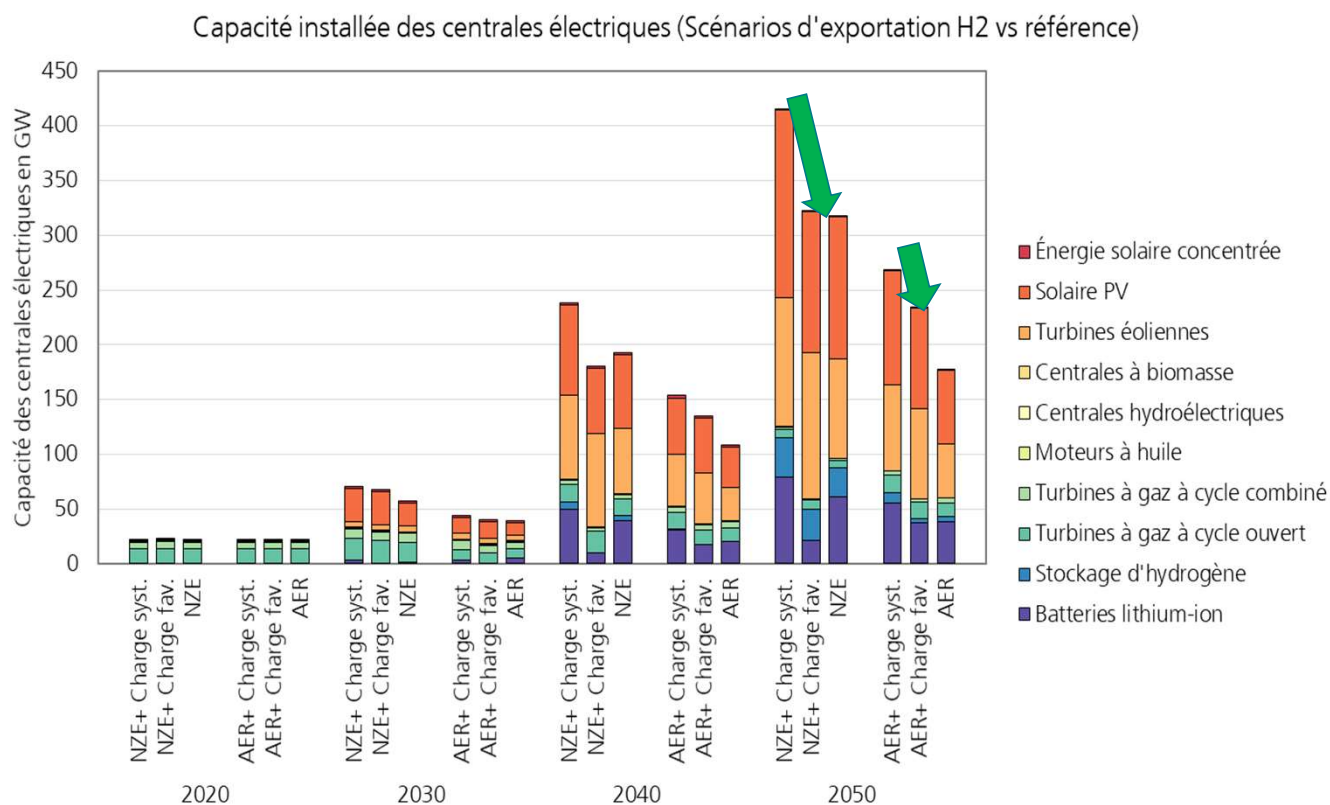
# Scénarios étudiés

	2050: 216 Mt CO <sub>2</sub> equ.	2050: 60 Mt CO <sub>2</sub> equ.	2050: 0 Mt CO <sub>2</sub> equ. net
Scénario	Status quo (BAU)	Réductions ambitieuses des émissions (AER) / (AER+)	Émissions nettes nulles en 2050 (NZE) / (NZE+)
Demande d'énergie finale	Intensités énergétiques et parts de combustibles constantes	Augmentation efficacité énergétique  <b>65% renouvelables 2050</b>	Augmentation efficacité énergétique  <b>100% renouvelables 2050</b>
Secteur électrique	Optimisation au moindre coût  <b>sans objectifs d'émissions *</b>	Optimisation au moindre coût  <b>85% d'électricité renouvelable 2050*</b>	Optimisation au moindre coût  <b>Émissions nettes nulls 2050*</b>
Exportation d'hydrogène	Non	Non / <b>Oui</b>  <b>(2025 : 0 TWh, 2035 : 15 TWh, 2050 : 100 TWh)</b>	

\* pour les extensions de capacité au-delà des plans nationaux annoncés

# Expansion du secteur de l'électricité

## Capacités installées avec/sans exportations de H2

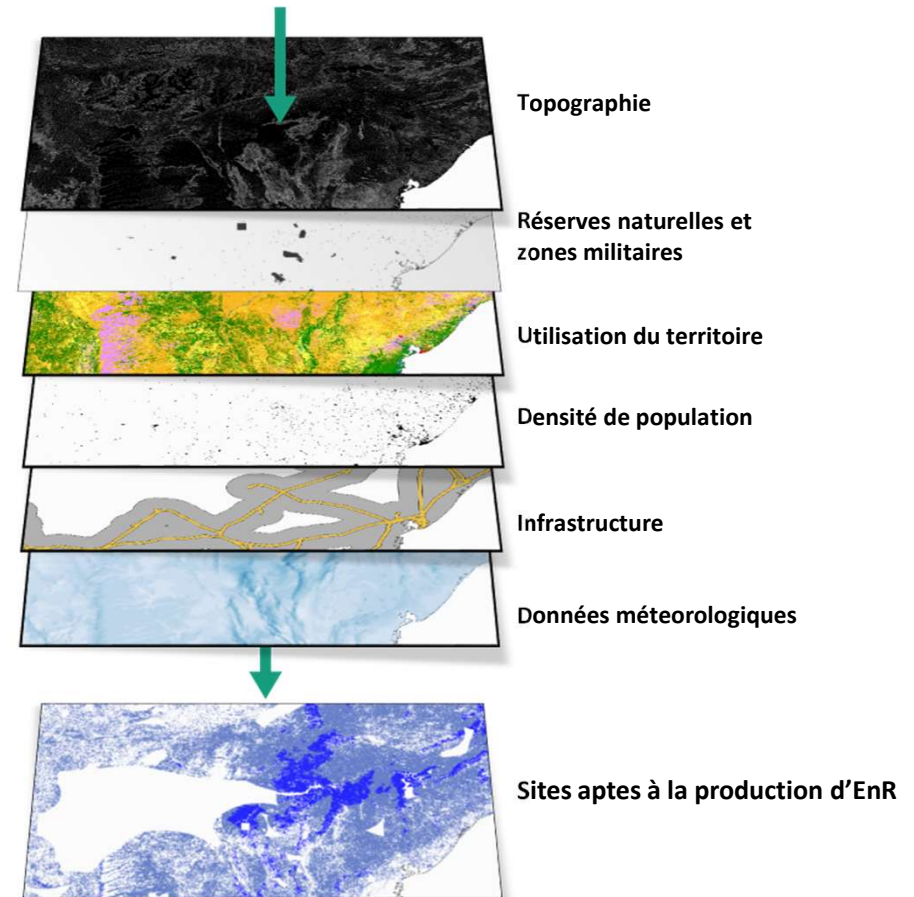


- Renewables: accroissement important des capacités électriques
- Par rapport aux scénarios sans exportations d'hydrogène, la capacité globale du secteur de l'électricité en 2050 augmente
- Mais : l'allocation flexible de l'électrolyse peut contribuer à réduire la demande de stockage dans le système.

# Méthodologie de l'analyse SIG / Aptitude du territoire

## Identification des sites sous haute résolution spatiale

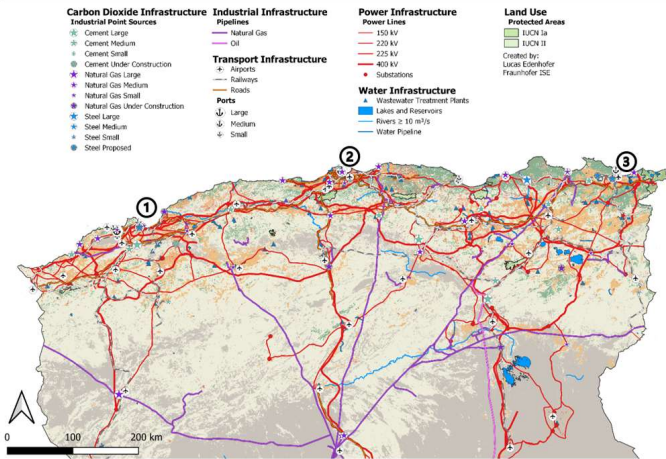
- Sur la base des résultats de l'analyse préliminaire, les restrictions et limitations géographiques et techniques pour la construction d'éoliennes terrestres et de centrales photovoltaïques au sol sont déterminées
- Les sites et zones à restrictions doivent être identifiés géographiquement à l'aide de données actuelles et exclues de toute analyse ultérieure par superposition booléenne
- **L'analyse par superposition** permet de déterminer les zones et les sites adaptés à la génération d'énergies renouvelables en Algérie





# Choix des sites pour l'analyse détaillée par un processus interactif en 3 Ateliers

## Tissu industriel au Nord de l'Algérie



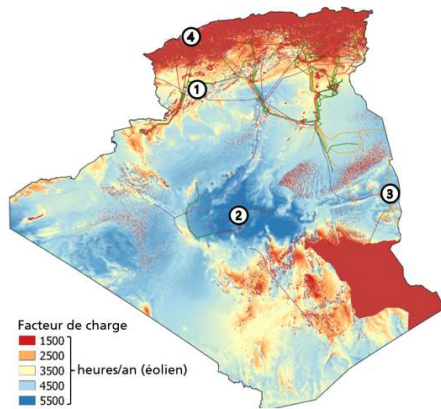
## ① Arzew/Oran

- Potentiel éolien et PV corrects
- À proximité de pipelines et des lignes HT
- Au bord de la mer
- Très bonne infrastructure (aéroports, routes, logements etc.)
- Main d'œuvre à disponibilité pour la construction et l'opération
- Capacité d'absorption de l'hydrogène dans la production d'ammoniaque ou de méthanol

## ② Hassi R'Mel

- Choix du site après évaluation des discussions entre l'Atelier II et III
- Sur le corridor défini au préalable, meilleur potentiel éolien et PV
- À proximité de pipelines et des lignes HT
- Infrastructure de base aéroport, routes, logements etc.)
- Disponibilité d'une base opérationnelle pour la phase de construction
- Relativement loin de la côte

## Sites choisis après la première analyse SIG



### ① El Bayadh

- Fort potentiel éolien et PV
- À proximité de pipelines et des lignes HT
- Eloignement modéré de la côte (< 300km)

### ② In Salah

- Très fort potentiel éolien, fort potentiel PV
- À proximité de pipelines et des lignes HT locales
- Loin de la côte

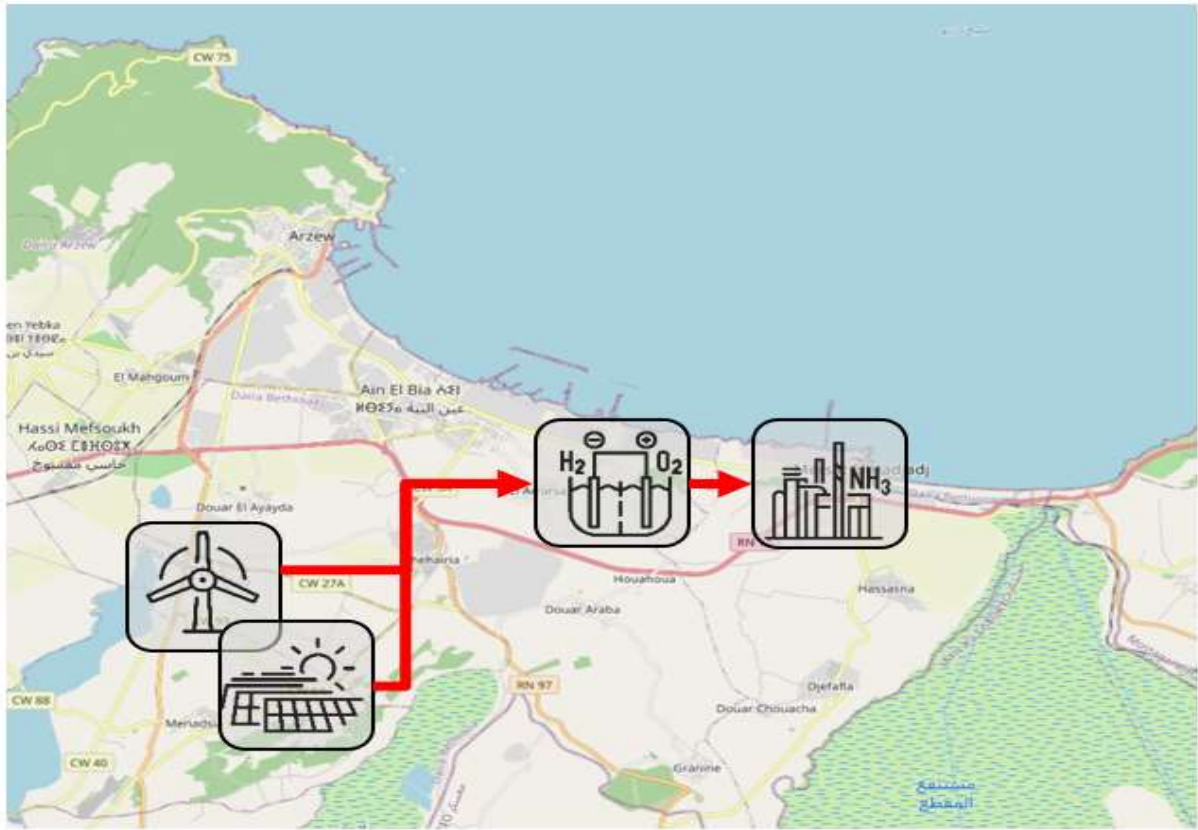
### ③ In Amenas

- Fort potentiel éolien, très fort potentiel PV
- À proximité de pipelines
- Loin de la côte et des lignes HT

### ④ Oran

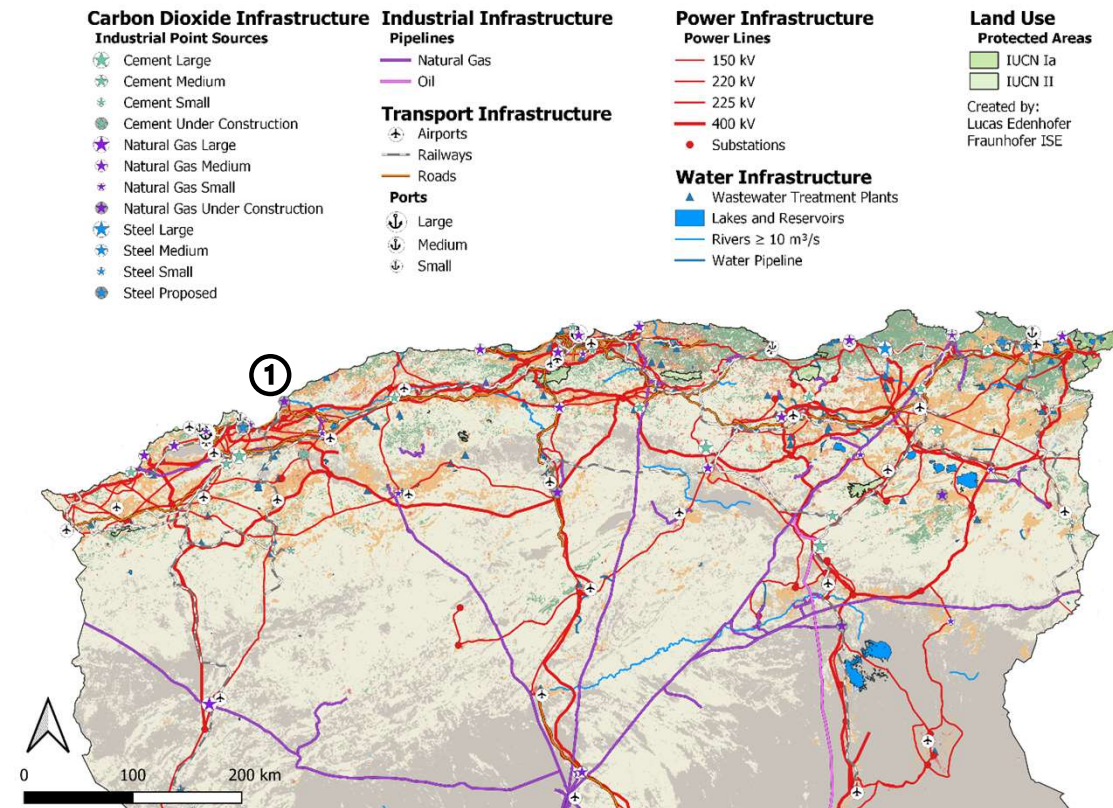
- Potentiel éolien moyen, bon potentiel PV
- À proximité de pipelines et des lignes HT
- Au bord de la mer

# Site 1: Arzew (2030)- Schema



# Site 1: Arzew (2030)

- Site judicieux en raison de
  - **L'excellente infrastructure industrielle**
    - Disponibilité d'eau issue du dessalement
    - **Capacité d'absorption de l'hydrogène dans la production d'ammoniaque ou de méthanol**
    - Proximité aux ports
    - Disponibilité de main d'œuvre et de matériel
  - **Son potentiel EnR tout à fait correct**
- Données techniques envisageables
  - **Taille de l'électrolyseur : env. 50 MW**
  - Taux de fonctionnement 60-70 %
  - Connexion « de secours » au réseau électrique RIM (éviter des arrêts durant la phase de familiarisation)
  - **Implantation des EnR à proximité**
- Sujets d'étude:
  - Coût de l'hydrogène produit
  - **Analyse des possibles utilisations de l'hydrogène et des implications dans les industries qui l'emploieront**
- **À l'horizon de 2030**

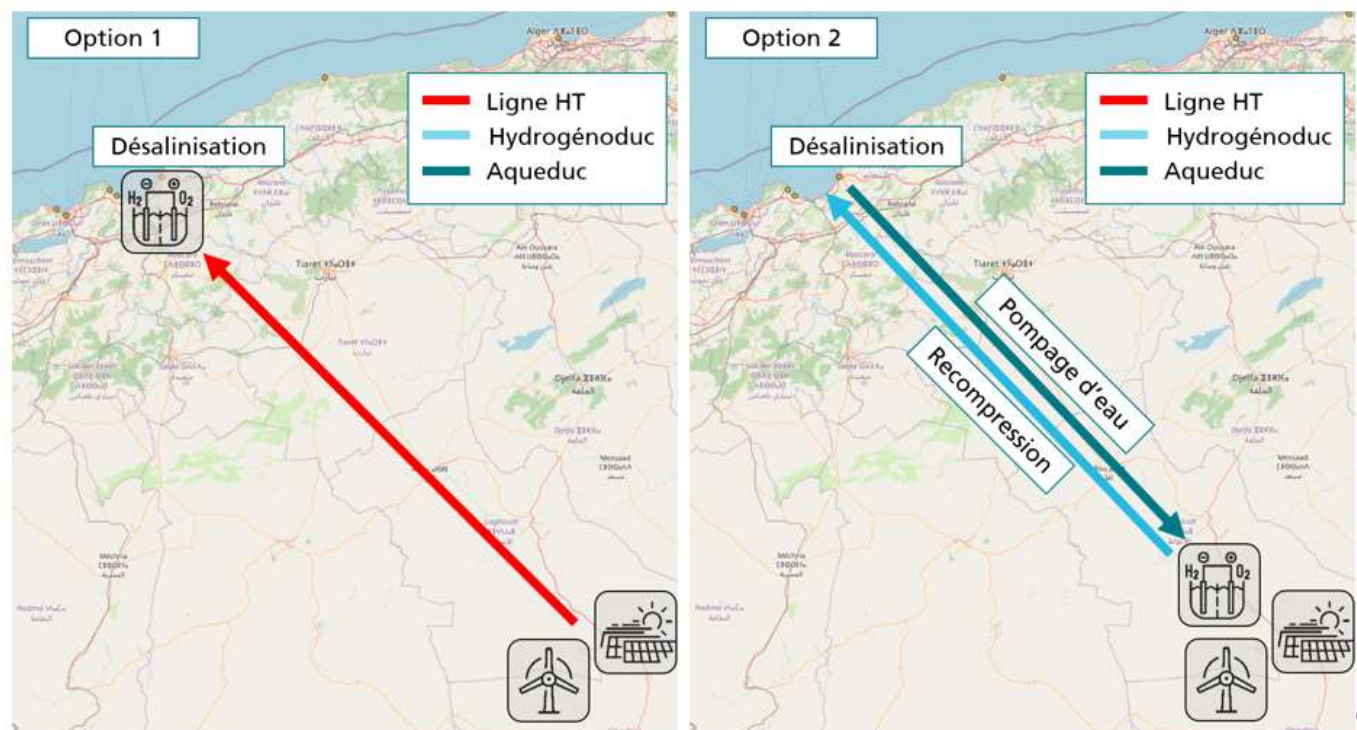




# Site 2 : Hassi R'Mel (long term 2030-2040)

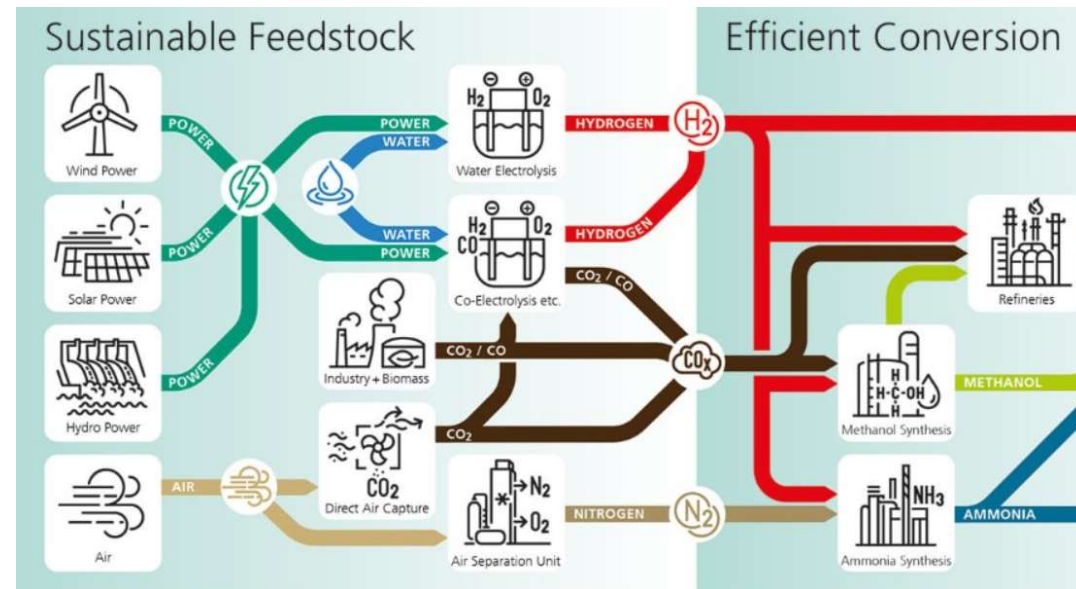
- Site EnR à Hassi R'Mel
- Destination de l'hydrogène : Arzew
  - Exportation directe ou conversion puis exportation
- Électrolyse 1 GW
  - Option 1 : sur la côte, transport de l'électricité
  - Option 2 : près des EnR, transport de l'eau et de l'hydrogène

## ■ Schéma pour le site 2 : Hassi R'Mel



## Site 2 : Hassi R'Mel

- Selon nos calculs, pour la taille considérée (1 GW), il est plus avantageux **de transporter les électrons** et non pas les molécules
  - L'équilibre basculera du côté du transport de l'hydrogène pour les installations de plus grande taille
  - Défi corollaire : transport ou accès à l'eau
  - Utilisation d'eaux usées peu compétitive tant que l'accès à l'eau de mer désalinisée est possible
  - Besoin d'études concernant le **rétrofit** de gazoducs GN
- Exportation : **produits à haute valeur ajoutée** permettent une rentabilité plus rapide



# Autres avantages monétaires et non monétaires

---

## Monétaires

- Approvisionnement en eau potable des communes limitrophes du projet
- Production d'oxygène à des fins médicales et industrielles
- L'énergie excédentaire peut être utilisée pour le développement urbain dans la région du projet

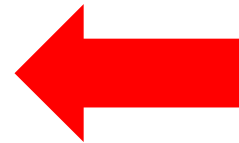
## Non monétaires

- Emploi local pendant la construction et l'exploitation
- Potentiel de projets de mobilité verte dans la région (bus à hydrogène)
- Motivation pour l'établissement d'un mécanisme de certification d'énergie verte
- Banc d'essai pour tous les défis administratifs et réglementaires
- Soutien de la mise en place d'effectifs académiques et opérationnels dans le domaine de l'hydrogène vert

# La certification de l'hydrogène dans l'UE

1. Défis posés par la certification de l'hydrogène
2. Éléments de la certification
3. Contexte réglementaire
4. Certification hybride
5. Projets et normes actuels
6. Autres facteurs d'influence sur les systèmes de certification
7. Discussion: Implications pour les exportations de produits Ptx de l'Algérie vers l'Europe

Vérifier que l'hydrogène contribue à la réduction des émissions

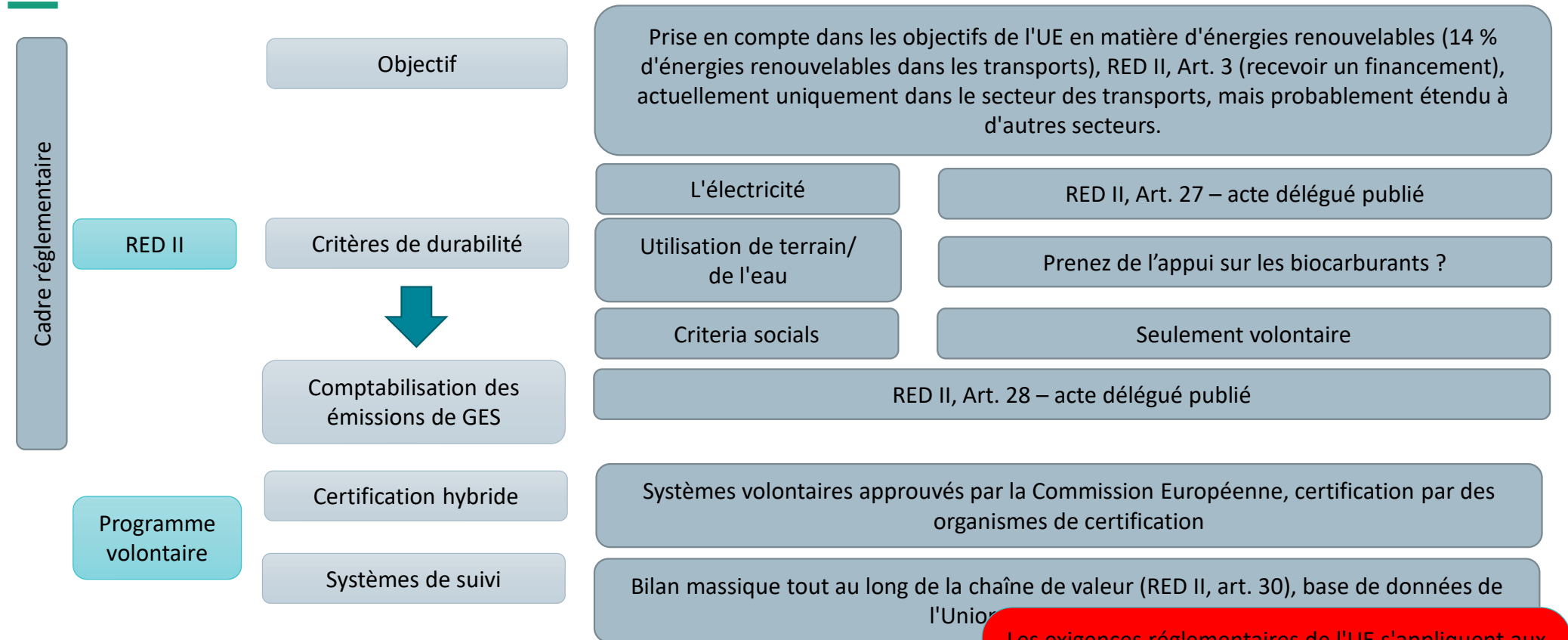


**La production d'hydrogène, même à partir d'électricité renouvelable, peut encore avoir une influence négative sur la durabilité....**

- si les systèmes d'énergie renouvelable (SER) existants sont utilisés pour la production d'hydrogène au lieu d'être utilisés dans des **application d'électrification directe**.
- si l'installation de nouvelles SER pour les exportations d'hydrogène ralentit les **efforts généraux de décarbonisation du pays**.
- en raison **des effets indirects sur l'utilisation des sols**
- en raison **de l'utilisation de l'eau**.

# Certification de l'hydrogène dans l'UE

## Éléments de la certification



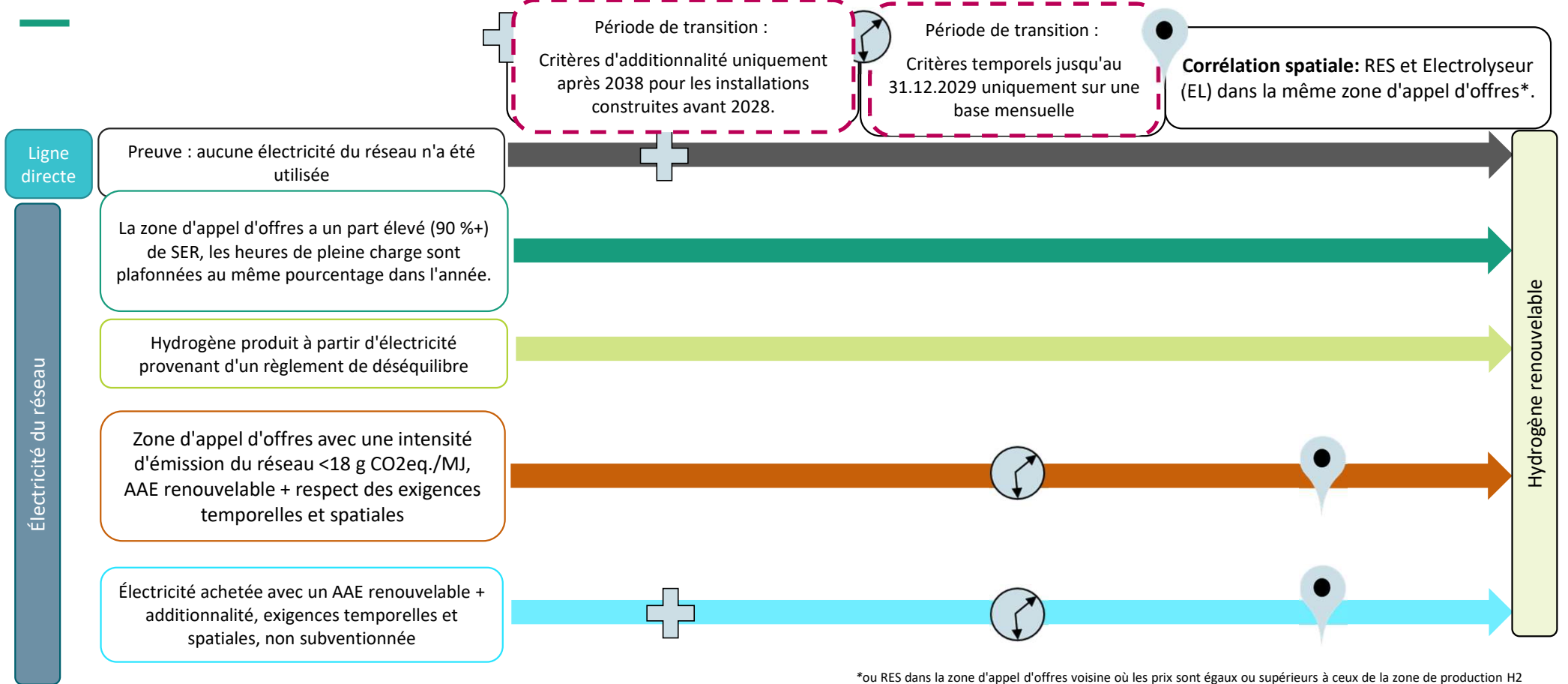
Les exigences réglementaires de l'UE s'appliquent aux producteurs de l'UE et aux producteurs hors de l'UE qui souhaitent exporter vers l'UE afin de contribuer aux objectifs de l'UE en matière d'énergies renouvelables.





# Certification de l'hydrogène dans l'UE

## Acte délégué relatif aux critères applicables à l'électricité renouvelable (art. 27)



Sources:

- [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda\\_23\\_595](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_23_595)
- [https://energy.ec.europa.eu/publications/delegated-regulation-union-methodology-rfnbos\\_en](https://energy.ec.europa.eu/publications/delegated-regulation-union-methodology-rfnbos_en)
- [https://stiftung-umweltenergierecht.de/wp-content/uploads/2023/03/Trans4Real\\_DA\\_Wasserstoff\\_Stiftung\\_Umweltenergierecht\\_2023-03-07.pdf](https://stiftung-umweltenergierecht.de/wp-content/uploads/2023/03/Trans4Real_DA_Wasserstoff_Stiftung_Umweltenergierecht_2023-03-07.pdf)

# Certification de l'hydrogène dans l'UE

- **Le premier acte** clarifie le principe d'"additionnalité" pour l'hydrogène énoncé dans la directive de l'UE sur les énergies renouvelables.
- Fournissant un cadre pour le calcul des émissions de gaz à effet de serre sur l'ensemble du cycle de vie des installations de production d'hydrogène renouvelable, **le deuxième acte** prend en considération les émissions associées au prélèvement d'électricité sur le réseau, au traitement et au transport de ces combustibles jusqu'au consommateur final.

NEWS ANNOUNCEMENT | 20 June 2023 | Directorate-General for Energy

## Renewable hydrogen production: new rules formally adopted



# Conclusion

- Notre étude a permis d'inscrire et de discuter l'économie future de l'hydrogène **dans un développement global et national vers la neutralité carbone.**
- **Deux sites de projets prometteurs** ont été analysés **dans un processus interactif avec les acteurs de l'hydrogène en Algérie** et permet de **d'avancer rapidement** sur les prochaines étapes.
- La discussion des aspects de certification pour hydrogène dans l'Union Européenne qui pourra être un marché prometteur pour l'Algérie permet (comme pour le gaz naturel aujourd'hui) **d'intégrer les exigences des marchés futures à l'export de l'hydrogène.**

# MERCI POUR VOTRE ATTENTION

## Prof. Wolfgang EICHHAMMER

Competence Centre Energy Policy and Energy Markets  
Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research ISI  
Breslauer Strasse 48 | 76139 Karlsruhe | Germany

Phone +49 721 6809-158 | Fax +49 721 6809-272

[wolfgang.eichhammer@isi.fraunhofer.de](mailto:wolfgang.eichhammer@isi.fraunhofer.de)

<http://www.isi.fraunhofer.de>

## Max Hadrich, M.Sc.

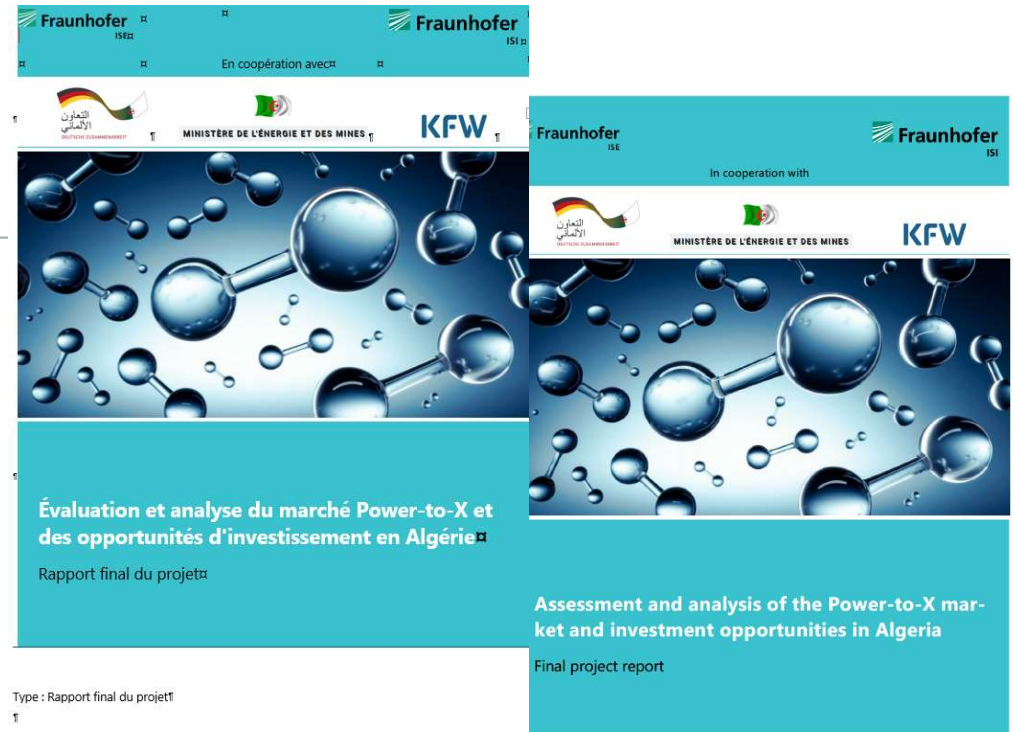
Head of Group Power to Liquids  
Hydrogen Technologies

Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE  
Heidenhofstr. 2, 79110 Freiburg, Germany

Phone +49 761 4588-2207

Mobile +49 173 358 5136

[max.hadrich@ise.fraunhofer.de](mailto:max.hadrich@ise.fraunhofer.de)



Type : Rapport final du projet

†

Lieu : Karlsruhe/Freiburg

Date : Octobre 2023

Type: Final project report

Location: Karlsruhe/Freiburg

Date: October 2023