

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

Coordinateurs : Pedro AFFONSO NOBREGA et Robin GIRARD

Encadrants : Pedro AFFONSO NOBREGA, Robin GIRARD et Anaëlle JODRY

Centres de recherche concernés : PERSEE

Lieux : Sophia-Antipolis

RESUME :

Dans un contexte de lutte contre le changement climatique, l'hydrogène est appelé à jouer un rôle clé. La région Provence-Alpes-Côte d'Azur a lancé en décembre 2020 son Plan Régional Hydrogène afin de soutenir la filière hydrogène dans la Région, décarboner les usages actuels de l'hydrogène dans l'industrie et promouvoir son utilisation en tant que vecteur énergétique, notamment pour la mobilité lourde. Néanmoins, les questions qui se posent sont : D'où viendra cet hydrogène ? A partir de quelles sources d'énergie et où sera-t-il produit ? Comment sera-t-il transporté, stocké et distribué ? Quels seront les coûts et les impacts environnementaux et sociétaux du déploiement de l'hydrogène dans la région ? La réponse à ces questions dépend fortement des spécificités de chaque territoire. L'objectif de ce MIG sera ainsi d'étudier et d'évaluer le déploiement de l'hydrogène dans différents territoires de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur : un bassin portuaire-industriel, une zone urbaine densément peuplée, une zone de montagne à vocation touristique ou encore une agglomération disposant d'un site de stockage en cavités salines et un fort potentiel photovoltaïque.

CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE :

Dans un contexte de lutte contre le changement climatique, l'hydrogène est appelé à jouer un rôle clé.

Aujourd'hui, l'hydrogène est utilisé essentiellement comme un composant chimique dans l'industrie (raffinage, production d'ammoniac, etc.). Cet hydrogène est produit à partir de sources fossiles (gaz naturel ou charbon, notamment), la voie la plus mature et économique, mais avec des fortes émissions de CO₂ associées. Il est donc nécessaire de remplacer cet hydrogène fossile par un hydrogène issu de sources d'énergie renouvelables ou bas carbone (via l'électrolyse de l'eau notamment), ou bien mettre en place une capture et un stockage du CO₂, pour autant que la pertinence technique, économique et écologique de cette voie soit démontrée ².

Par ailleurs, l'hydrogène est vu comme un vecteur énergétique important pour le futur. D'une part, il peut permettre la décarbonation de secteurs dont les émissions de CO₂ seraient difficiles à diminuer autrement (sidérurgie, mobilité terrestre lourde, sites isolés, aviation, transport maritime...). D'autre part, il peut favoriser le

déploiement de sources d'électricité renouvelables via le stockage saisonnier, la flexibilité (dans le temps et dans l'espace) et le couplage avec les réseaux de gaz.

Ainsi, en Septembre 2020, la France a présenté sa stratégie nationale pour le développement de l'hydrogène décarboné, avec trois priorités : décarboner l'industrie en faisant émerger une filière française de l'électrolyse, développer l'hydrogène décarboné pour la mobilité lourde et soutenir la recherche, l'innovation et la formation dans ces domaines.

En décembre 2020, la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur a présenté le Plan Régional Hydrogène afin de soutenir la filière H2 dans la région, qui abrite des grands consommateurs d'hydrogène dans le bassin industriel de Fos-sur-Mer, un certain nombre de projets démonstrateurs (Jupiter 1000) ou en développement (Hynomed, Hyammed, Hygreen Provence, ...) et un fort potentiel de production d'électricité – solaire ou éolienne, notamment offshore. Le Plan Régional fixe des objectifs chiffrés pour 2027 et 2032 pour la décarbonation de l'industrie, de la mobilité et la production d'hydrogène "renouvelable & bas carbone".

Néanmoins, le plein développement de l'hydrogène ne se fera qu'à plus long terme, sur l'horizon 2040-2050. Les questions qui peuvent se poser sont : quel sera le coût de ce développement ? Et pour quels gains environnementaux ? Donner des réponses est d'autant moins simple que les performances et les coûts des différentes technologies évoluent vite (non seulement pour l'hydrogène, mais aussi pour ses concurrents tels que les batteries), que les taux de pénétration des différentes technologies est difficile à prévoir et que la pertinence de l'hydrogène en tant que vecteur énergétique est fortement dépendante des spécificités de chaque territoire. De plus le déploiement d'une technologie n'est possible que si elle est acceptée au niveau humain, notamment sur le sujet des risques liés à la technologie (inflammabilité, explosion, ...).

OBJECTIFS, TRAVAIL ET ORGANISATION :

L'objectif de ce MIG sera d'étudier l'évolution de la demande d'hydrogène dans différents territoires de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur dans un contexte de décarbonation de l'industrie et de transition énergétique. Pour chaque territoire il s'agira de :

- Etablir les usages actuels et potentiels de l'hydrogène, tant comme composant chimique que comme vecteur énergétique ;
- Proposer des scénarios d'adoption de l'hydrogène et donc d'évolution de la demande à partir de taux de pénétration des différentes technologies.
- Analyser les possibilités d'approvisionnement en hydrogène en réponse à la demande du territoire en recherchant le réseau optimal de production/distribution le plus approprié au territoire (production centralisée au niveau régional puis transport vers les différents territoires, production décentralisée au lieu de distribution, un mix des deux).

- Estimer le (sur)coût associé à chaque scénario, ainsi que son impact en termes de réduction des émissions de gaz à effet de serre mais aussi d'enjeux sociétaux.
- Comparer ces scénarios avec des scénarios mettant en jeu d'autres alternatives que l'hydrogène (e.g. batteries, biogaz, etc.)
- Envisager les questions d'acceptabilité au niveau humain en lien avec la gestion du risque hydrogène

Cette démarche donnera lieu à un outil permettant de faire des analyses de sensibilité par rapport à différents paramètres (taux de pénétration, coûts des technologies, origine de l'hydrogène, stratégie de déploiement des infrastructures...).

Concrètement, le travail commencera par une recherche sur les usages actuels et potentiels de l'hydrogène, en prenant pour point de départ des projets en cours (à ce jour des projets de démonstration en grande partie) et le Plan Hydrogène Régional. Les élèves devront ensuite caractériser leurs territoires (par exemple, en ce qui concerne les bus à hydrogène, il s'agirait du nombre de bus dans le territoire, les km parcourus par an, etc.) et proposer des scénarios en lien avec le Plan Hydrogène Régional. Ce faisant, ils dégageront des types représentatifs des territoires régionaux (territoires industriels, territoires ruraux, en plaine, en montagne, territoires littoraux...). En parallèle, il s'agira d'obtenir des indicateurs technico-économiques pour les différentes technologies/équipements/procédés concernés, auprès des fournisseurs, dans la littérature scientifique ou dans des rapports spécialisés. Un outil de calcul sera développé (a priori feuille de calcul Excel) permettant de faire des analyses de sensibilité.

MINI-PROJETS

Les élèves seront répartis en groupes de 3-4 et chaque groupe étudiera un territoire type de la région :

- Unité urbaine de Nice : une unité urbaine de presque 1 million d'habitants, densément peuplé sur l'axe Cannes-Antibes-Nice ;
- Bassin industriel de Fos-sur-Mer : zone portuaire avec une forte concentration d'industries lourdes dont certaines sont ou pourront être consommatrices d'hydrogène (raffineries, aciérie, ...) à proximité de la Métropole Aix-Marseille ;
- Département des Hautes-Alpes : département faiblement peuplé, en zone de montagne et à forte vocation touristique.
- Durance Luberon Verdon Agglomération (DLVA) : agglomération disposant d'un site de stockage en cavités salines et fort potentiel photovoltaïque (foncier disponible, ensoleillement, ...).

LES VISITES

Centre PERSEE (Sophia-Antipolis) : Visite de l'unité pilote de craquage du méthane par voie plasma et du Laboratoire Pile à Combustible.

Siège de la Région SUD (Marseille) : Présentation du Plan Régional H2.

Capenergies (Aix-en-Provence) : Pôle de compétitivité des filières énergétiques, panorama des projets H2 en cours/à venir dans la région.

Arcelor/Jupiter 1000 (Fos-sur-Mer) : Visite de l'aciérie et démonstrateur de production et d'injection d'hydrogène ou de méthane de synthèse à partir de CO2 industriel dans le réseau de gaz.

Incinérateur EVERE (Fos-sur-Mer) : Valorisation énergétique des déchets de la Métropole Aix-Marseille, visite de l'incinérateur.

Géométhane (Manosque) : Visite du site de stockage de gaz en cavités salines.

D'autres visites sont en cours de discussion...

PROGRAMME PREVISIONNEL

15/11 – Arrivée en TGV à Marseille à 9h30, présentation du plan régional H2 par la Région le matin. Visite à Capenergies l'après-midi.

16/11 – Visite Arcelor/Jupiter 1000 (matin) et Incinérateur EVERE (après-midi) à Fos-sur-Mer.

17/11 – Visite Géométhane à Manosque le matin. Retour à Sophia en train.

18/11 au 3/12 – Travail sur les mini-projets à Sophia-Antipolis, conférences (Filière H2, mobilité électrique, etc.)

2/12 – Présentation des résultats obtenus à la Région.

DETAILS PRATIQUES POUR LES ELEVES / CONTACT(S)

Vous prendrez le TGV à 06h00 à la Gare de Lyon, direction Marseille, où nous serons basés pour trois jours de visites autour de la cité phocéenne. Nous rejoindrons ensuite Sophia-Antipolis, où vous serez logés dans une résidence étudiante reliée au site de l'Ecole par une ligne de bus régulière. Vous serez logés en appartements de 2 à 4 personnes, draps et serviettes seront fournies, et les appartements sont équipés d'une cuisine.

Contact

pedro.affonso_nobrega@mines-paristech.fr

robin.girard@mines-paristech.fr