



DÉCIDER AVEC LES SCIENCES



NOTE DE SYNTHÈSE



SEMINAIRE CDC-IHEST

**MAÎTRISER LE VECTEUR HYDROGENE,
UN ENJEU STRATEGIQUE POUR LES TERRITOIRES ?**

Février 2020

Cette note de synthèse¹ concerne le séminaire « Maîtriser le vecteur hydrogène, un enjeu stratégique pour les territoires ? » proposé par l'IHEST en partenariat avec le Groupe Caisse des Dépôts, co-construit et animé par Philippe Rocher, directeur de METROL, avec la participation de l'Académie des Technologies. Le séminaire s'est tenu le 25 octobre 2019 à Paris, au siège du Groupe Caisse des Dépôts. La synthèse se base sur les présentations des intervenants et les prises de parole des participants².

Ce séminaire s'inscrit dans une série d'actions (les ateliers « Innovation et Territoires », les universités territoriales, ...) ³ développées dans les régions par l'IHEST en partenariat avec les collectivités et les acteurs territoriaux et soutenues par le Groupe Caisse des Dépôts, rappelle Sylvane Casademont, directrice de l'Institut.

Il s'agit d'une « rencontre d'acteurs » qui s'appuie sur l'engagement des trois partenaires sur la question de l'hydrogène comme nouveau vecteur énergétique :

- celui de l'IHEST avec ses ateliers « Quelle place pour l'hydrogène dans la mobilité durable ? » et « Quelle place pour l'hydrogène dans la transition énergétique ? » qui se sont déroulés respectivement dans le cadre des cycles nationaux de formation 2018-2019 et 2014-2015. A l'issue de ces ateliers, animés par Philippe Rocher, les auditeurs de l'IHEST ont rédigé deux rapports qui reflètent une analyse collective sur le sujet⁴ ;*
- celui de la Banque des Territoires (Groupe Caisse des Dépôts) qui se positionne, comme l'a rappelé Gautier Chatelus, directeur adjoint du département Infrastructures et Transport de la banque, en investisseur soucieux de soutenir l'émergence de la filière hydrogène dans les territoires mobilisés autour de projets de déploiement de solutions ;*
- celui de l'Académie des technologies qui s'est autosaisie d'un rapport sur l'hydrogène. Il s'attachera à « réunir les données les plus objectives possibles », précise Marc Florette, membre de l'Académie, ancien directeur R&D et Innovation d'ENGIE, pour apporter des clés de compréhension sur le rôle de l'hydrogène dans la transition énergétique et sur les conditions de développement d'une filière industrielle en France.*

Le séminaire a permis aux trois partenaires, et aux acteurs qui expérimentent l'hydrogène mobilité dans les territoires, de partager leurs réflexions et leurs questionnements sur les enjeux, les défis, les stratégies et les choix adoptés, les atouts et les freins rencontrés. Il a également éclairé les participants sur le rôle de la Banque des Territoires pour accompagner les initiatives locales et dégagé des pistes de recommandations.

¹ Rédaction : Catherine Véglio-Boileau, novembre 2019

² Consulter le programme du séminaire en annexe.

³ <https://www.ihest.fr/les-formations/les-ateliers-de-l-ihest/innovation-et-dynamiques-des-territoires-2017/>
<https://www.ihest.fr/les-formations/l-universite/universite-territoriale/>

⁴ Ces rapports sont disponibles sur le site de l'IHEST : www.ihest.fr.

NOTE DE SYNTHÈSE

MAÎTRISER LE VECTEUR HYDROGÈNE, UN ENJEU STRATÉGIQUE POUR LES TERRITOIRES ?

La présente note synthétise les échanges autour des cinq axes suivants :

1. L'hydrogène, une opportunité pour accélérer la transition énergétique ;
2. Le rôle-clé des territoires dans le déploiement de l'hydrogène mobilité ;
3. Le rôle de la Banque des Territoires dans l'accompagnement des initiatives locales ;
4. Les principaux freins au développement de la filière hydrogène mobilité ;
5. Les pistes de recommandations issues des échanges du séminaire.

1 - L'hydrogène, une opportunité pour accélérer la transition énergétique

Dans le contexte énergétique et du changement climatique, qui réclament une diversification du mix énergétique et une réduction des émissions des gaz à effet de serre (GES), l'hydrogène a un rôle important à jouer.

Il est « *une opportunité pour accélérer la transition énergétique* » souligne Xavier Montagne, adjoint au directeur scientifique du secteur Energie, développement durable, chimie et procédés à la DGRI (Direction générale de la Recherche et de l'Innovation) du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

Les participants du séminaire partagent cet avis, à l'instar de Christelle Werquin, déléguée générale de l'AFHYPAC (Association Française pour l'Hydrogène et les Piles à Combustible). Il est désormais acté que « *l'hydrogène est une des solutions qui participe à la transition énergétique* » affirme-t-elle en citant le récent rapport présenté par l'Agence internationale de l'énergie (AIE) lors du G20 en juin 2019⁵ au Japon.

Dans cette perspective, l'hydrogène présente en effet des atouts :

- Il est possible de « décarboner » la production d'hydrogène par électrolyse de l'eau : on parle d'« hydrogène vert » (par opposition à l'« hydrogène gris » obtenu à partir des matières premières fossiles : gaz naturel, pétrole, charbon⁶).
- Cet hydrogène vert permet de « décarboner » les usages énergétiques finaux : l'énergie utilisée dans les transports, gros émetteurs de GES, et dans l'industrie ; il facilite la « décarbonation » de la chaleur et de l'électricité dans les secteurs résidentiel et tertiaire ;

L'hydrogène constitue un moyen de stockage de l'énergie, notamment des énergies renouvelables (EnR) : c'est « *un levier important pour l'équilibrage des réseaux et l'accroissement de la pénétration des EnR* » observe Xavier Montagne.

Dans les territoires, l'hydrogène offre ainsi des perspectives pour stocker les EnR, variables, tout en favorisant une économie locale, et notamment une mobilité zéro émission.

Des signaux favorables se multiplient au niveau mondial et en France pour promouvoir l'hydrogène comme un élément-clé de la transition énergétique.

Partout dans le monde, des décideurs publics et des acteurs privés portent des initiatives dans ce domaine. Des pays comme l'Allemagne, les Etats-Unis, la Corée du Sud ou le Japon⁷ sont

⁵ « The future of Hydrogen » publié le 14 juin 2019 par l'Agence internationale de l'énergie (AIE).

⁶ La production actuelle d'hydrogène repose à près de 95% sur des procédés émetteurs de CO₂ (charbon, gaz).

déjà engagés dans la mise en place d'une économie de l'hydrogène, observe Xavier Montagne.

En France, le **Plan de déploiement de l'hydrogène pour la transition énergétique**, « Plan Hulot », présenté le 1^{er} juin 2018 par le gouvernement, marque la volonté politique de faire émerger une filière industrielle dans ce domaine.

Ce plan est structuré en trois grands axes et fixe des objectifs en lien avec la programmation annuelle de l'énergie :

- **La production d'hydrogène par électrolyse pour l'industrie**, en substitution de l'hydrogène issu des ressources fossiles. Il s'agit de « décarboner » 10% de l'hydrogène industriel à l'horizon 2023 (100 000 tonnes/an), puis entre 20 et 40% d'ici 2028 ;
- **Le développement de solutions zéro émission pour des usages de mobilité** (transports routiers, ferroviaires, maritimes, fluviaux, etc.) via les piles à combustible (PAC) en complémentarité des filières batteries. Les objectifs sont d'introduire en France 5000 véhicules utilitaires légers (VUL), 200 véhicules lourds, 100 stations de recharge d'ici à 2023, puis 20 000 à 50 000 VUL, 800 à 2000 PL, 400 à 1000 stations de recharge à l'horizon 2028.
- **Le développement des capacités de stockage des énergies renouvelables**, l'hydrogène étant « *un élément de flexibilité et de stabilisation des réseaux d'énergie sur le moyen et le long terme* ».

Le Plan prévoit de mobiliser **100 millions d'euros** de fonds publics à partir de 2019 pour financer les premiers déploiements de l'hydrogène dans l'industrie, la mobilité et l'énergie, l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) pilotant l'allocation de ces crédits.

« *L'hydrogène fait désormais partie des objectifs de la politique énergétique de la France* » se félicite Christelle Werquin en notant que « *le Plan n'est pas dans un tiroir* ». Il se concrétise à travers plusieurs leviers d'action :

- Les **appels à projet (AAP) de l'ADEME** sur l'hydrogène et notamment celui sur la mobilité (AAP H₂ mobilité « Ecoystèmes de mobilité hydrogène » 2018) qui soutient les projets combinant production locale d'hydrogène, stations et acquisition de véhicules hydrogène.
- La mise en place de la **démarche d'« Engagement pour la croissance verte » (ECV)** pour faciliter la mise en œuvre du Plan. Deux ECV Production décarbonée et Mobilité ont été signés le 29 mai 2019. Cette approche pragmatique de co-construction entre services ministériels et porteurs de projets est saluée par les acteurs.
- L'intégration de l'hydrogène aux différents **Comités stratégiques de filière (CSF)**⁸ concernés. Un CSF « Industries des nouveaux systèmes énergétiques » a été lancé le 28 mai 2018 et un contrat signé le 29 mai 2019.

Cécile Tournu-Sammartino, auditrice de l'IHEST et coauteur du rapport « *Quelle place pour l'hydrogène dans la mobilité durable ?* », confirme une évolution positive depuis la note d'analyse publiée en 2014 par France Stratégie⁹. Celle-ci soulignait le manque de maturité technologique et de viabilité économique de la filière hydrogène. Aujourd'hui, comme le notent

⁷ Ndlr : Le Japon, par exemple, mise fortement sur l'utilisation de l'hydrogène dans les transports et le bâtiment, avec des investissements à hauteur de 300 millions d'euros.

⁸ Les Comités stratégiques de filière sont mis en place dans le cadre du Conseil national de l'industrie sous l'autorité du Premier Ministre.

⁹ « Y a-t-il une place pour l'hydrogène dans la transition énergétique ? », Etienne Beeker, Note d'analyse n°15, août 2014, France Stratégie ; <https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/201-08-06na-fs-hydrogene-hd.pdf>

les auditeurs de l'IHEST dans leur rapport, « *les positions et les politiques favorables au développement de la filière hydrogène, et surtout les initiatives concrètes se développent.* »

Selon Xavier Montagne, on note un changement d'échelle, car l'ensemble des acteurs ont pris la mesure de l'importance de structurer la filière H₂ aux niveaux national et européen.

Cela étant, comment accélérer cet effort, interroge Gautier Chatelus ? Faut-il se focaliser sur certaines briques technologiques de la filière pour faire émerger une industrie en France ? Sur quels axes construire un leadership ? Un questionnement partagé par Marc Florette qui pointe la « dichotomie » entre les perspectives pour l'industrie du stockage, qui concerne de gros volumes, et le modèle de l'hydrogène mobilité, qui reste basé sur de petits volumes. « *Existe-t-il une vraie convergence entre ces deux axes identifiés ? Faut-il soutenir de nombreuses briques technologiques pour tester celles qui fonctionnent ?* » se demande-t-il. Autant de questions essentielles pour les territoires qui se positionnent pour favoriser l'émergence d'écosystèmes de mobilité durable.

2 - Le rôle-clé des territoires dans le déploiement de l'hydrogène mobilité

Les témoignages d'acteurs et les exemples de projets cités lors du séminaire mettent en lumière, comme le souligne Sylvane Casademont, directrice de l'IHEST, le rôle pionnier des territoires dans le soutien à l'émergence et à la structuration d'une filière hydrogène, notamment pour la mobilité. Dans ce domaine, « *l'approche est réellement bottom-up et interroge le modèle jacobin habituel.* »

Le « Plan Hulot » salue d'ailleurs l'importance des territoires dans la stratégie de déploiement de l'hydrogène.

Les appels à projets (AAP) de l'ADEME ont permis d'enclencher la dynamique. **L'AAP H₂ Mobilité**, par exemple, concerne 11 projets (soit 40 stations de distribution, 1914 véhicules légers et 73 véhicules lourds au total), l'aide financière de l'ADEME s'élevant à 35,5 millions de francs, pour la 1^{ère} clôture en janvier 2019. Pour la 2^{ème} clôture de l'AAP, on compte 35 projets. Christelle Werquin parle d'« *un engouement des régions pour les écosystèmes de mobilité.* »

Les collectivités locales ont les outils juridiques pour s'engager dans cette voie, rappelle Charles-Antoine Gautier, chef du département Energie de la Fédération nationale des collectivités concédantes et des régies (FNCCR) qui a édité un guide pratique à leur intention avec l'AFHYPAC¹⁰.

En vertu du Code général des collectivités locales, celles-ci sont les autorités organisatrices de la distribution d'énergie sur les territoires. Elles disposent d'un outil opérationnel comme le Plan climat air énergie territorial (PCAET) qui permet d'intégrer les solutions hydrogène dans les actions dédiées au développement de la mobilité propre.

L'engagement des collectivités locales s'illustre à travers l'évolution **de grands syndicats d'énergie, dont certains se dotent de sociétés d'économie mixte (SEM)** mobilisées dans la transition énergétique. Une centaine de SEM se sont créées pour développer les énergies renouvelables sur leurs territoires, parfois au-delà, et une grande partie sont orientées sur la mobilité propre avec un intérêt marqué pour l'hydrogène, précise Charles-Antoine Gautier. Et les grandes collectivités veulent signer des conventions avec les Régions qui s'engagent dans la transition énergétique, « *toutes veulent être la première Région à énergie positive !* » note-t-il.

¹⁰ Guide pratique « Déployer les stations hydrogène dans votre territoire », AFHYPAC, FNCCR, 2018. Disponible sur <http://www.fnccr.asso.fr/wp-content/uploads/2018/09/GUIDE-STATION-HYDROGENE-WEB.pdf>

Les collectivités locales cherchent à porter une vision intégrée des projets, en reliant les enjeux de mobilité, de stockage des énergies et de mix énergétique. Pour illustrer cette approche, Charles-Antoine Gautier cite l'exemple du couplage entre parcs éoliens et production d'hydrogène : l'hydrogène devient à la fois un vecteur de stockage de l'énergie éolienne produite localement et de mobilité sur le territoire.

C'est le cas en Vendée, département labellisé « Territoire hydrogène », où le Syndicat départemental d'énergie et d'équipement de la Vendée (SyDEV) conduit un projet hydrogène visant à installer 10 à 12 stations de recharge. Il s'appuie sur le stockage de l'énergie produite à partir de l'électricité fournie par les deux éoliennes de Vendée Energie. Et à l'avenir, des lignes ferroviaires non électrifiées pourraient basculer à des motorisations hydrogène.

Les régions veulent réunir les différentes briques de la filière hydrogène – production, stockage, mobilité – pour construire des écosystèmes structurants, confirme Christelle Werquin. Une logique de « massification » autour de différents usages s'impose pour déployer les solutions hydrogène et créer des boucles économiques vertueuses, insiste-t-elle.

Plusieurs exemples de projets ont été cités au cours du séminaire. Ils reflètent la volonté des territoires d'explorer tous les usages et les besoins possibles pour développer le potentiel de la filière hydrogène.

• La Région Sud, avec **Cap Energies**, a l'ambition de bâtir à Marseille-Fos une plate-forme hydrogène industrialo-portuaire avec l'appui de son *hinterland*. Ce projet, porteur de **maintien d'industries durables et de ré-industrialisation**, s'organise autour de plusieurs éléments :

- la production d'hydrogène : H₂ gris pour l'industrie (raffinage, pétrochimie); H₂ industriel coproduit ; H₂ vert ;
- la consommation d'hydrogène : mobilité (camions, trains, navettes fluviales, logistique, bateaux, ...), applications industrielles, stockage d'énergie, applications stationnaires ;
- l'import/export d'hydrogène (terminal maritime) ;
- l'innovation avec un incubateur pour des démonstrateurs préindustriels. **Jupiter 1000** est l'un des principaux démonstrateurs de *Power-to-Gas*¹¹ en France avec production et injection d'H₂ et de méthane de synthèse dans les réseaux de transport de gaz.

• Dans le Morbihan, le syndicat **Morbihan Energies**, qui regroupe 260 communes du département, cherche à densifier les usages de l'hydrogène :

- dans l'industrie, grâce à un partenariat avec l'usine Michelin de Vannes, qui utilise l'hydrogène dans son process industriel ;
- dans la mobilité, avec les projets d'une navette sur la ligne ferroviaire Auray-Quiberon et de navires propulsés à l'hydrogène pour desservir les îles du Golfe du Morbihan.

Il s'agit bien d'une démarche systémique cherchant à **verdir l'écosystème local**, note Charles-Antoine Gautier.

• Dans l'Yonne, le Syndicat départemental d'énergies de l'Yonne (SDEY) conduit **le projet Hyaunais**. Objectifs : structurer une filière de valorisation de l'électricité éolienne et du CO₂ ; être une vitrine du *Power-to-Gas*. Le centre de collecte et d'enfouissement des déchets de Duchy va ainsi être utilisé pour produire du méthane de synthèse à partir du gaz carbonique, issu de la méthanisation des déchets, combiné à de l'hydrogène produit sur place. Le méthane et l'hydrogène peuvent être injectés dans les réseaux existants de gaz naturel ; ils sont ainsi stockés, transportés et valorisés par mélange avec le gaz naturel. Ce type de projet participe à la **redynamisation des territoires ruraux**, observe Charles-Antoine Gautier.

¹¹ Le principe du Power-to-Gas repose sur le stockage de la surproduction des énergies renouvelables grâce à leur transformation en hydrogène ou en méthane de synthèse. Les réseaux existants de gaz naturel peuvent accueillir l'hydrogène ou le méthane ainsi produits et permettre leur stockage, leur transport et leur valorisation par mélange avec le gaz naturel.

- **L'Île-de-France**, dans la perspective des Jeux Olympiques 2024, veut **promouvoir une mobilité décarbonée** et encourage les usages de l'hydrogène. La Société des taxis électriques parisiens (STEP) compte depuis quelques années une flotte de 100 véhicules hydrogène, qui sera portée à 600 taxis H₂ pour les jeux olympiques. La collectivité de Versailles Grand Parc a l'intention d'utiliser deux bus à hydrogène sur ses lignes. La première station multi-carburants alternatifs a vu le jour à Rungis en juin 2018. Avec une capacité initiale de ravitaillement de 20kg H₂/jour, elle alimente près de 50 véhicules légers Kangoo à hydrogène. Elle devrait dans quelques mois monter à 80 kg/jour.
- Sur **l'île de La Réunion**, un projet expérimental de micro-réseau 100% autonome fonctionne dans le site isolé du cirque de Mafate. Il s'appuie sur des panneaux photovoltaïques et sur un stockage journalier via des batteries, et saisonnier via l'hydrogène. Ce projet est emblématique des solutions qui émergent pour **améliorer l'autonomie énergétique de zones non interconnectées (ZNI)**, insulaires et isolées (DROM-COM et Corse).
- Dans la **région Centre-Val de Loire**, le projet **MéthyCentre**, coordonné par Storengy et implanté à proximité du site de stockage souterrain de gaz de Céré-la-Ronde, vise à expérimenter le couplage entre la méthanisation et la méthanation. Une partie de l'hydrogène produit par électrolyse servira à des usages de mobilité et l'autre partie sera combinée à du CO₂ issu de centrales biomasse pour obtenir du méthane de synthèse.

CNR : l'hydrogène au cœur d'un hub énergétique et industriel

L'intervention de Frédéric Storck, directeur Transition énergétique et Innovation à la CNR (Compagnie nationale du Rhône) a permis d'entendre le point de vue d'un industriel sur l'hydrogène.

Premier producteur français d'énergie certifié 100% renouvelable (hydroélectricité, éolien, photovoltaïque), la CNR valorise la quasi-totalité de sa production (15,5 TWh de production moyenne annuelle) sur le marché de gros de l'électricité.

Son développement se base sur deux axes stratégiques : accélérer la production d'électricité renouvelable et le développement de son stockage ; accroître la performance de la gestion du Rhône.

La CNR s'intéresse à l'hydrogène pour plusieurs raisons : l'entreprise cherche à diversifier ses débouchés ; elle a besoin de flexibilité pour optimiser la valorisation des énergies renouvelables (grâce au stockage et à la flexibilité de la production de l'hydrogène) ; elle veut développer les multiples usages du Rhône et accompagner le déploiement de la mobilité zéro émission dans les territoires.

A la fois énergéticien et aménageur des territoires, la CNR s'appuie sur **une vision systémique**, en ciblant le *Power-to-Gas*, et poursuit un triple objectif que Frédéric Storck résume en ces termes, « *décarboner la mobilité, verdir les usages industriels, contribuer au développement de la filière française de l'hydrogène vert au travers de démonstrateurs industriels en partenariat.* »

Pour illustrer cette stratégie, l'intervenant cite **le projet de Hub H₂ vert à Lyon**. Il se situe sur le port, en limite de la future zone de faibles émissions (ZFE), un site multimodal (fluvial, train, route) à proximité de la Vallée de la Chimie - où les industriels consomment beaucoup d'hydrogène gris - de l'incinérateur Gerland et d'un réseau de chaleur urbain.

Il agrège plusieurs initiatives de mobilité hydrogène :

- **Le projet de mobilité HyWay**, une flotte captive de 25 Kangoo électriques à prolongateur d'autonomie hydrogène. La consommation d'hydrogène est faible car la recharge batterie est

majoritaire et les petites stations de recharge (d'une capacité inférieure à 150 kg/jour) sont difficiles à exploiter économiquement (pertes d'exploitation) ;

- **Le projet de déchèterie fluviale** basée sur une barge et un pousseur spécialement adaptés. Un pousseur *full power* hydrogène devrait être construit en 2021 par la Compagnie fluviale de transport (CFT), lauréate de l'appel à projet européen Flagships en 2019, et ravitaillé via le Quai des énergies.

- **Le projet Quai des énergies** se concrétisera par la mise en place d'une station multi-énergies vertes (hydrogène produit *in-situ*, recharge électrique, Bio-GNC¹²) dédiée à différents usages (véhicules hydrogènes HyWay, déchèterie fluviale, 2 bus du Syndicat mixte des transports pour le Rhône et l'agglomération lyonnaise (SYTRAL) en 2021, logistique urbaine,...).

- **Le projet de l'Hôtel logistique urbaine** : un système de bonus incitera les exploitants à utiliser les énergies vertes du Quai des énergies pour faire une logistique propre du dernier kilomètre.

Ces initiatives en faveur de la mobilité hydrogène sont liées à l'autre projet de la CNR qui veut produire à Lyon de l'hydrogène renouvelable avec une **usine H₂ renouvelable, ÔH2**. Alimentée par l'électricité 100% renouvelable de la centrale hydroélectrique de Pierre-Bénite. L'usine ÔH2 aura une puissance totale de 20MW.

Il s'agit de réunir les conditions pour **faciliter l'émergence d'une filière hydrogène lyonnaise** en fournissant un hydrogène à prix abordable dans une perspective **multi-usages et multi-acteurs**, explique Frédéric Storck.

La production d'hydrogène de l'usine ÔH2 s'adressera en effet à des clients mobilité (stations de la Zero Emission Valley, station du Quai des énergies, pousseur fluvial de la déchèterie,...) et industriels (Symbio, Vallée de la chimie). Elle servira également à valoriser la flexibilité de la consommation d'électricité et à tester l'injection d'hydrogène dans le réseau de GRT-Gaz (*Power-to-Gas*). Elle valorisera aussi les coproduits renouvelables de l'électrolyse de l'eau, l'oxygène (incinérateur de déchets et station d'épuration) et la chaleur (réseau de chaleur).

« Cette approche est celle d'un concessionnaire de long terme, insiste Frédéric Storck. Dans cet esprit, l'hydrogène est intéressant à regarder sur 20 ans pour améliorer la gestion des énergies renouvelables, mais aussi celle du Rhône. Ce sont les gros projets qui vont permettre de baisser les coûts. »

Ces exemples montrent que les écosystèmes territoriaux sont à la recherche d'un déploiement optimal de l'hydrogène, en **diversifiant les usages** dans les mobilités, l'industrie, la logistique,... Les plus importants d'entre eux pointent l'enjeu de pérenniser les systèmes hydrogène à grande échelle, à maille régionale.

Ils soulignent l'importance de **fédérer** de très nombreux acteurs pour poser les premières briques de structuration d'une filière française de l'hydrogène, participant à la décarbonation et à la reconversion de l'économie.

Ils illustrent le fait que l'hydrogène concerne **tous les types de mobilité** et ne se limite pas aux véhicules, comme le montre Xavier Montagne en citant **l'exemple des trains à hydrogène**. Sur des lignes ferroviaires non électrifiées, ils apparaissent comme une alternative crédible et efficace à la mise en place du diesel ou de l'électrification.

¹² GNC : Gaz naturel comprimé pour les véhicules.

En Allemagne, le train régional à hydrogène du constructeur Alstom, le Coradia I-lint, est en circulation depuis septembre 2018 dans le Land de Basse-Saxe, entre Bremerhaven et Cuxhaven. C'est une première mondiale pour cette technologie, dont la majorité de la R&D a été réalisée par Alstom à Tarbes, notamment toute la chaîne de traction.

Ces projets hydrogène sont **porteurs de création de valeur et d'emplois** sur les territoires. Charles-Antoine Gautier insiste sur « *l'ancrage local des projets hydrogène et l'utilisation des ressources humaines de proximité* » pour dynamiser les territoires. Selon lui, « *il est fondamental de soutenir une trajectoire avec une emprise locale forte* ».

Et, point crucial également, les porteurs de ces projets ont besoin de **moyens financiers** appropriés, basés sur le long terme, pour faire émerger des filières régionales structurantes.

3 - Le rôle de la Banque des Territoires dans l'accompagnement des initiatives locales

Le séminaire a été l'occasion, pour Gautier Chatelus, de préciser le rôle d'investisseur de la Banque des Territoires, qui soutient tous les éléments de la chaîne de valeur transport et mobilité : le financement des infrastructures structurantes (construction et entretien) ; le développement des mobilités du quotidien intelligentes et durables ; l'accélération de la décarbonation des transports (flottes de véhicules propres et stations de recharge associées) ; l'attention à la cohésion territoriale en soutenant des solutions de mobilité innovantes dans les territoires.

La Banque des Territoires est un investisseur public de long terme, « **patient et capable de s'impliquer dans la durée** » soit un horizon de 15 à 20 ans pour faire grandir des projets innovants. Cependant les modèles doivent présenter des business plans crédibles, c'est-à-dire trouver leur rentabilité sur 20 ans. « *Notre vision est de nous impliquer dans des projets différents pour faire émerger une filière et tester des modèles* » explique Gautier Chatelus.

Sur le volet décarbonation/dépollution des transports, la Banque des Territoires accompagne le déploiement de toutes les filières énergétiques alternatives au pétrole, comme l'hydrogène, mais aussi le GNV, le Bio GNV¹³ et les batteries électriques.

« *Chacune de ces technologies a ses risques, sa pertinence et ses contraintes*, remarque Gautier Chatelus, *l'hydrogène est la plus jeune et la moins mature, mais elle répond au besoin de transport propre.* »

C'est pourquoi la Banque des Territoires soutient les premières expérimentations de la filière hydrogène dans les transports, le routier, mais aussi le ferroviaire et le fluvial. Son approche des projets hydrogène est globale et ses investissements portent sur les stations de ravitaillement comme sur les véhicules.

La Banque des Territoires intervient au-delà du démonstrateur technologique et de la preuve de concept économique, au moment du premier déploiement commercial, à l'amorçage du marché.

Acteur désormais identifié dans l'écosystème de l'hydrogène, la Banque des Territoires est présente dans une quinzaine de projets territoriaux très variés, ciblant différents types de mobilité (véhicules utilitaires légers, taxis, bus, trains, bateaux). Ils sont portés par de grands industriels (Air Liquide, ENGIE, EDF, Michelin) et soutenus par les collectivités locales et des acteurs locaux.

Pierre Fery, directeur d'investissement et référent Hydrogène de la Banque des Territoires, présente l'initiative **Zero Emission Valley (ZEV)** de la Région Auvergne-Rhône-Alpes. C'est le

¹³ Gaz naturel pour véhicules.

plus important projet de mobilité hydrogène de France. La ZEV comptera 20 stations de recharge en hydrogène, 15 électrolyseurs pour produire de l'hydrogène à partir d'électricité d'origine renouvelable et une flotte de 1 000 véhicules à piles à combustible.

La société Himpulsion a été créée pour déployer le projet : la Banque des Territoires et la Région Auvergne-Rhône-Alpes ont co-investi à hauteur de 49% dans Himpulsion ; les groupes ENGIE et Michelin, et minoritairement Crédit Agricole, détiennent les autres 51% du capital. Par ailleurs, la Région a reçu une subvention européenne de 10,1 millions d'euros pour ce projet dont le budget total s'élève à 50 millions d'euros.

Il s'agit d'un projet ambitieux pour créer une filière de production d'hydrogène vert à grande échelle et mailler le territoire régional de manière dense, souligne Pierre Fery, en notant que l'enjeu consiste à **trouver un équilibre dans le déploiement des stations**, en fonction de la demande des acteurs locaux, certaines stations étant d'une capacité de 40kg H₂/jour et d'autres d'une capacité de 200 kg H₂/jour.

Ce projet est caractéristique de l'approche de la Banque des Territoires dans ce domaine : aider le développement d'**une filière d'avenir qui comporte une prise de risque** pour démarrer ; cultiver **une logique de co-construction** avec des acteurs publics, les collectivités territoriales, et privés, les industriels, dans le cadre de partenariats public-privé.

Car porter de tels projets sur les territoires reste un défi pour l'ensemble des acteurs. Les intervenants du séminaire le montrent en pointant les freins, en particulier les coûts, qui brident encore le développement de la filière hydrogène.

4 - Les principaux freins au développement de la filière hydrogène mobilité

Dans un secteur en première phase de déploiement, les incertitudes sur le modèle économique demeurent. Les expérimentations en cours donnent cependant des pistes et les intervenants mettent l'accent sur les contraintes de coût.

Ainsi, une analyse économique préliminaire du projet de l'usine ÔH₂ de la CNR a permis de faire les premières estimations du **coût de production de l'hydrogène renouvelable** : 9 à 16 euros/kg (coûts de livraison inclus) pour la seule brique mobilité du projet (5MW de puissance soit 2 tonnes/jour) ; 5 à 8 euros/kg (hors coûts d'acheminement) pour le projet total (mobilité + hydrogène industriel + coproduction d'oxygène et de chaleur) soit 20MW de puissance. Des coûts à comparer à ceux de l'hydrogène gris qui s'élèvent de 1,5 à 2 euros/kg.

Conclusion de Frédéric Storck, « *sur cette taille de projet, les coûts d'investissement (Capex) ont besoin d'être subventionnés et il faut un mécanisme de soutien au prix de l'hydrogène renouvelable pour les industriels.* »

Comme le note Xavier Montagne, la production d'hydrogène par électrolyse¹⁴ pour l'industrie requiert un changement d'échelle – c'est l'objectif du « Plan Hulot » - pour parvenir à un coût compétitif.

Concentrant son analyse sur l'hydrogène mobilité, Gautier Chatelus estime que « **le prix de sortie de l'hydrogène vert aux stations de recharge est trop cher, il devrait être de 10 à 12 euros/kgH₂ maximum** ». Pour le faire baisser, il y a besoin d'avoir un prix d'électricité compétitif (65 euros/MWh ou moins), selon lui, et cela nécessite une vraie réflexion au niveau du Turpe (tarif d'utilisation des réseaux publics d'électricité).

¹⁴ Selon le rapport « The future of Hydrogen » publié le 14 juin 2019 par l'Agence internationale de l'énergie (AIE), les coûts de production de l'hydrogène pourraient chuter de 30% d'ici à 2030 et conduire « à un changement d'échelle de la production d'hydrogène ».

Du coup, selon l'intervenant, pour les usages mobilité, il ne faut pas exclure de démarrer avec de l'H₂ en bouteille (H₂ fatal¹⁵). Pierre Fery appelle à « **être pragmatique** ». « *Il faut recourir principalement à de l'hydrogène vert, mais s'autoriser à acheter de l'hydrogène gris pour faire tourner les stations.* »

Le coût des stations de recharge, encore en petite série (une vingtaine sont opérationnelles en France), reste élevé. Pour faire baisser **les coûts d'investissement**, une industrialisation avec des modèles standardisés s'impose, afin de bénéficier d'économies d'échelle et d'offres plus compétitives.

Les coûts opérationnels (Opex) fixes (coûts d'exploitation, de maintenance, garanties, supervision,...) sont également élevés, les stations n'étant pas suffisamment utilisées au démarrage. C'est pourquoi, dans ce contexte, les subventions de l'ADEME prévues dans le cadre du « Plan Hulot » et des approches pour massifier la demande (comme par exemple le déploiement de bus hydrogène dans le cadre du programme européen JIVE¹⁶) sont importantes pour fiabiliser le système.

Selon Gautier Chatelus, ces coûts sont un vrai frein et rendent complexe l'implémentation des projets sur les territoires : pour des stations d'une capacité inférieure à 200 kg H₂/jour, il n'est pas possible de couvrir les coûts opérationnels fixes.

Autrement dit, pour ce faire et assurer une rentabilité économique, les stations de recharge doivent avoir un taux d'utilisation (« *au moins 100 véhicules/jour* » estime Gautier Chatelus) et une capacité élevées, permettant également un meilleur amortissement des investissements. Pour les stations de petites capacités, la mise en place de modèles économiques rentables reste une question difficile.

« *Le vrai sujet est la quasi absence de constructeurs automobile français ou européens sur la filière hydrogène, l'offre de véhicules est le chaînon manquant* » observe Gautier Chatelus. En effet, hormis Toyota, Hyundai et Honda, les autres constructeurs privilégient la solution véhicule électrique avec batteries. Une massification de la production réduirait les coûts des systèmes avec des piles à hydrogène.

Des signaux positifs dessinent cependant une évolution comme le notent Philippe Rocher et Christelle Werquin en rappelant que Renault va commercialiser des véhicules hydrogène fin 2020¹⁷.

Si la question de la compétitivité économique des infrastructures est essentielle, d'autres contraintes freinent aussi les acteurs dans le développement de la filière hydrogène. Charles-Antoine Gautier le remarque : dans beaucoup de projets, les collectivités locales se heurtent à des **contraintes techniques** ; les élus attendent qu'un **cadre réglementaire** adapté et stable soit fixé pour sécuriser les acteurs et favoriser une économie de l'hydrogène ; les acteurs ont besoin d'appuis financiers et d'incitations. Selon lui, les nouvelles ingénieries financières – GIE, GIP, SEM¹⁸, ...- aident à mettre en place des modèles qui fonctionnent.

Evoquée par Marc Florette, **la sécurité** n'est en revanche pas un frein véritable : des bonnes pratiques, des normes, une réglementation sont mises au point et les secours sont formés.

¹⁵ On appelle « fatal » un hydrogène issu d'un processus industriel mais non utilisé.

¹⁶ Lancé en 2017, le projet JIVE (Joint Initiative for hydrogen Vehicles across Europe) prévoit le déploiement de 139 bus dans sa première phase. Sa deuxième phase vise à déployer 152 nouveaux bus d'ici 2023.

¹⁷ « Personne ne sait aujourd'hui quel sera le modèle dominant dans dix ans. Il y aura de l'électrique, de plus en plus. Il y aura de l'hybride. De l'hydrogène. Il y a devant nous un choix technologique impressionnant. Quel que soit le modèle qui domine, il faut qu'on y soit. » Jean-Dominique Sénard, président du Groupe Renault, le 18.10.2019, France Bleu Nord.

¹⁸ Groupement d'intérêt économique, Groupement d'intérêt public, Société d'économie mixte.

Philippe Rocher fait référence sur ce point aux travaux des auditeurs de l'atelier de l'IHEST 2018-2019 sur l'hydrogène. Ils ont rencontré la Brigade des sapeurs-pompiers de Paris (BSPP) qui, à la suite de plusieurs essais conduits, estime que le niveau de risque est globalement équivalent à celui des véhicules thermiques (les véhicules à essence peuvent aussi s'enflammer), et inférieur à celui des véhicules à batteries Li-Ion dont l'incendie n'est pas maîtrisable.

Comme le remarque Christelle Werquin, les expérimentations en cours apportent une connaissance fine du risque et en conséquence, estime Charles-Antoine Gautier, il faut se garder de faire des normes anticipées qui s'avèreraient ensuite inadaptées.

5 - Les pistes de recommandations issues des échanges du séminaire

Les constats issus des retours d'expériences conduisent les participants du séminaire à avancer plusieurs pistes de recommandations afin d'exploiter pleinement le potentiel de l'hydrogène dans une mobilité propre, sûre et compétitive.

- « **Massifier** » est l'un des principaux points de consensus entre les intervenants. L'hydrogène mobilité est pertinent pour des usages intensifs (ex. des 100 taxis HyPE à Paris, des flottes de bus,...) attachés aux premières stations, insiste Gautier Chatelus.

Il faut donc **privilégier le déploiement par flottes captives** - des véhicules utilitaires légers (VUL), des bus, des taxis, des camions de logistique urbaine,... réalisant des trajets réguliers selon des schémas prévisibles – qui permettent d'optimiser l'utilisation des stations de recharge, installées là où la demande existe, et d'expérimenter ainsi l'usage de l'hydrogène.

Comme l'illustre le manque d'offre de véhicules particuliers, l'hydrogène mobilité n'est pas encore mûr pour des usages grand public.

- **Travailler dans une logique de coordination** : pour faire décoller la demande, les territoires doivent prioriser des **achats groupés** de matériel donnant de la visibilité à la commande publique, explique Christelle Werquin.

L'intervenante cite l'exemple du « Plan 1 000 bus hydrogène » en France à l'horizon 2023 : dans cette perspective, l'Union des groupements d'achats publics (UGAP) propose aux collectivités territoriales volontaires de travailler ensemble à la création d'offres en « co-prscription ». Cette approche encourage le développement d'une offre française et donne aux constructeurs une visibilité du marché pour les années à venir.

Le renforcement de la coordination s'entend aussi **entre acteurs publics, politiques, privés à tous les niveaux**, local, national, européen pour renforcer la capacité d'élaboration et d'analyse des modèles de prévision, et mieux évaluer les besoins financiers, souligne Fabienne Martin-Juchat, auditrice de la promotion Elinor Ostrom du cycle national IHEST 2018-2019 et co-auteur du rapport de l'atelier « Quelle place pour l'hydrogène dans la mobilité durable ? ».

Cette recommandation rejoint le besoin de travail collectif sur la filière exprimé par Charles-Antoine Gautier car il faut « **établir une feuille de route claire avec les points de repère essentiels pour les collectivités locales.** »

- **Adopter une vision intégrée des projets** (production d'H₂, distribution via des stations de recharge, utilisation d'hydrogène par l'acquisition et l'exploitation de véhicules) et conduire des études pour voir quels sont les vecteurs mais aussi les difficultés de cette approche.

Par exemple, « *quand on installe un électrolyseur, il faut penser aux usages mixtes (mobilité, industrie)* » avance Gautier Chatelus. Aussi est-il important d'établir et de diffuser des guides de bonnes pratiques pour mettre l'accent sur les éléments-clés, comme l'illustre l'initiative de la FNCCR et de l'AFHYPAC avec leur guide « Déployer les stations hydrogène dans votre territoire », distribué aux participants.

Il faut « *trouver un équilibre à la maille régionale* » remarque Christelle Werquin, et travailler sur les verrous qui rendent difficiles les actions de mutualisation des équipements.

- **Mettre en place une force de vente** : dans leur business plan, les porteurs de projets ont tout intérêt à prévoir un poste de commercial qui sera « *le VIP de la mobilité H₂* » selon les termes de Pierre Fery.

L'intervenant insiste sur la nécessité d'un travail de soutien à réaliser dans le cas de projets comme *Zero Emission Valley*, car la question de la vitesse de décollage de la demande est majeure pour déployer le système.

- **Favoriser l'acceptation sociale de l'hydrogène**. La perception est, selon Xavier Montagne, l'une des grandes questions posées par la mobilité hydrogène. La recherche doit s'emparer du sujet afin d'identifier les transformations sociétales induites par cette mobilité et de proposer les voies pour les accompagner.

Pour les intervenants, la **mise en visibilité médiatique**, la vulgarisation des initiatives en cours sont essentielles pour faire avancer cette appropriation par le public. « *Il faut faire de la pédagogie pour montrer que les solutions existent et fonctionnent* » affirme Charles-Antoine Gautier.

« *Les citoyens ne sont pas assez informés sur la mobilité hydrogène, il y a très peu de médiatisation sauf dans les médias spécialisés, estime Fabienne Martin-Juchat, il est urgent de renforcer la diffusion des informations pour faire évoluer les représentations sur le sujet et impliquer l'ensemble des composantes de la société.* »

- **S'appuyer sur la dynamique locale** pour capitaliser les savoirs issus des projets en cours. Certains avancent bien, assure Gautier Chatelus, il est crucial de ne pas perdre cette dynamique pour avoir des projets opérationnels et donner du sens à la mobilité hydrogène.

Il faut faire des essais, conduire des actions de formation, plaident Charles-Antoine Gautier et Christelle Werquin. L'intervenante prend l'exemple du stockage massif d'électricité sous forme d'hydrogène : « *Selon le Plan Hulot, il faudra le faire à l'horizon 2035 et cela se prépare par des expérimentations dans des zones qui ne sont pas interconnectées pour avoir des retours d'expérience.* »

- **Soutenir et renforcer la recherche pour développer une filière hydrogène**. La France a des acteurs puissants sur l'ensemble de la chaîne de production et d'exploitation de l'hydrogène, constate Fabienne Martin-Juchat, « *Il est nécessaire de poursuivre le soutien à des projets de R&D multi-acteurs publics et privés, multisectoriels, multi-usages, car il est difficile de financer ce type de projets.* » Cela se fait au niveau européen¹⁹ avec le programme Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking (FCH JU). Il s'agit d'un partenariat public-privé qui regroupe industriels et organismes et recherche et soutient les activités de recherche, de développement technologique et de démonstrations dans le secteur de l'hydrogène et des piles à combustibles.

¹⁹ Le soutien de l'UE à la recherche sur l'hydrogène énergie atteint près de 100 millions d'euros par an. Un tiers du budget est dédié à la partie mobilité.

Le soutien à la recherche doit reposer sur « *une approche systémique et éviter le silotage* » insiste Xavier Montagne. L'important est de sélectionner les projets pour ne pas faire de saupoudrage et permettre des applications réelles avec l'aide des industriels.

Pour Marc Florette, le stockage massif d'hydrogène et certaines voies de production d'hydrogène, telle la voie plasma, sont des domaines de recherche à privilégier.

Les dépenses publiques nationales de R&D pour l'hydrogène s'élèvent à **28 millions d'euros** (dont 11 pour les piles à combustible) **en 2018**, précise Xavier Montagne. Il existe beaucoup de domaines dans lesquels des travaux de recherche s'effectuent : les matériaux, les process, les composants, l'intégration des systèmes, les démonstrateurs,...

Dans le cadre de la programmation spécifique de l'Agence nationale de la recherche (ANR) en 2018, le budget alloué à la recherche sur le volet hydrogène s'élève à 2,8 millions d'euros et soutient plusieurs sujets (par ex. la photo catalyse de l'eau, les membranes hybrides pour pile à combustible à membrane échangeuse de proton (PEMFC), les matériaux pour le stockage d'hydrogène, les piles à combustible à oxyde solide (SOFC) - basse température,...). Un appel à projet franco-allemand lancé fin 2018 porte sur le stockage de l'hydrogène.

Par ailleurs, les appels à projets (AAP) de l'ADEME soutiennent trois volets : les écosystèmes de mobilité hydrogène (lire p.4) ; la production et la fourniture d'hydrogène décarboné pour les consommateurs industriels ; les zones non interconnectées.

En conclusion, les intervenants du séminaire s'accordent pour considérer qu'il faut **soutenir le développement de la filière hydrogène, même s'il reste un pari sur l'avenir** en raison de nombreuses incertitudes, en particulier sur le plan économique avec des coûts encore élevés. Car ne pas le soutenir serait aussi un risque, comme le souligne Cécile Tournu, celui de rater l'opportunité de développer une nouvelle filière industrielle qui contribue à la fois à la transition énergétique, à la mobilité durable et à la souveraineté énergétique de la France. Marc Florette va dans le même sens en appelant à renforcer une filière industrielle qui existe déjà : il faut aider les entreprises du secteur à se lancer sur le marché international car la France et l'Europe ont des atouts à défendre.

Comme l'illustre le séminaire, les expérimentations adaptées à des besoins locaux et soutenues par des innovations se multiplient, soulignant le rôle que l'hydrogène doit tenir pour la mobilité et le stockage des énergies renouvelables. Il faut les encourager, les aider à se structurer, à se mettre en réseau et à partager leurs indicateurs, pour changer d'échelle et créer de la valeur sur les territoires. Car **c'est à partir de cette dynamique territoriale qu'une filière française d'excellence pourra se bâtir**, insiste Gautier Chatelus. A l'heure où l'économie de l'hydrogène connaît une accélération sur le plan international, la France est face à un défi que Sylvane Casademont pose en ces termes : « *notre pays ne doit pas rater le virage de l'hydrogène* ».

Maîtriser le vecteur hydrogène, un enjeu stratégique pour les territoires ?
Vendredi 25 Octobre 2019 • CDC • 56, rue de Lille - 75001 PARIS • Salle 1110/1112

15h30 – 16h30 • Focus 1 : Stratégies d'acteurs sur le sujet de l'hydrogène

Perspectives d'un déploiement de l'hydrogène pour la mobilité dans les territoires.

Usages, acteurs, enjeux, défis, stratégies, et facteurs d'émergence de la filière.

Rôle de la Banque des Territoires dans l'accompagnement des initiatives locales.

Christelle WERQUIN, Déléguée Générale de l'AFHYPAC (Association professionnelle de l'H2)

Frédéric STORCK, Directeur Transition Énergétique et Innovation à la CNR ("Eolien to H2" à Fos-sur-Mer)

Gautier CHATELUS, Directeur Adjoint du Département Infrastructures et Transport de la Banque des Territoires

Xavier MONTAGNE, Adjoint au Directeur scientifique du secteur Énergie à la DGRI du MESRI

Echanges et débats entre intervenants et participants

16h30 – 18h00 • Focus 2 : Témoignages et retours d'expériences de collectivités volontaristes

Etat d'avancement du déploiement des stations de recharges et des démonstrateurs en vraie grandeur. Retour d'expérience de flottes captives de véhicules à hydrogène. Rôle et attentes des collectivités locales.

Vision de la FNCCR et retour sur les objectifs du guide pratique sur les stations de recharge dans les territoires.

Charles-Antoine GAUTIER, Chef du Département Énergie de la FNCCR (Fédération Nationale des Collectivités Concédantes et des Régies).

Projet « Zero emission Valley » en Région Auvergne Rhône-Alpes, qui ambitionne de devenir le premier territoire à hydrogène en France, avec notamment 15 électrolyseurs et 20 stations de distribution.

Pierre FERY, Directeur d'Investissement, Référent Hydrogène de la Banque des Territoires

Echanges et débats entre intervenants et participants

18h00 – 18h15 • Regards croisés conclusifs

Déterminants et perspectives de la place de l'hydrogène dans la transition énergétique des territoires. Rôle de la CDC dans l'accompagnement des collectivités locales.

Sylvane CASADEMONT, Directrice de l'IHEST

Gautier CHATELUS, Directeur Adjoint du Département Infrastructures et Transport de la Banque des Territoires

Maîtriser le vecteur hydrogène, un enjeu stratégique pour les territoires ?

Vendredi 25 Octobre 2019 • CDC • 56, rue de Lille - 75001 PARIS • Salle 1110/1112

- La Transition énergétique est-elle soutenable sans mobiliser le vecteur hydrogène ?
- Où en est le déploiement de cette filière prometteuse, notamment pour la mobilité ?
- Hydrogène et énergies renouvelables : union sacrée ou mariage de raison ?
- Que faut-il lever comme barrières pour atteindre une réalité industrielle et économique ?
- Comment évolue et s'organise le jeu d'acteur autour de l'hydrogène ?
- Quels sont les retours d'expérience du déploiement de démonstrateurs en région ?
- Quels sont les enjeux et les opportunités pour les territoires qui s'engagent ?
- Quel rôle pour la Banque des Territoires dans l'accompagnement des initiatives locales ?

*Séminaire proposé par l'IHEST, co-construit et animé par Philippe ROCHER, Directeur de METROL
avec la participation de l'Académie des Technologies*

Objectif et participants

L'objectif de ce séminaire est de réunir les acteurs et responsables de la CDC sur le sujet (Direction Innovation et développement, Département Transition Énergétique et Ecologique...) et les acteurs de terrain (élus, collectivités, entreprises...) qui expérimentent l'hydrogène mobilité dans les territoires. Les interventions et témoignages permettront d'engager des échanges sur les enjeux, les stratégies adoptées, les choix effectués, les partenariats mis en œuvre, les freins et, le rôle de la CDC pour accompagner les initiatives locales.

14h00 – 14h45 • Introduction et contexte

Synthèse du rapport « Quelle place pour l'hydrogène dans la mobilité durable », présenté en Juin 2019 devant les parlementaires de l'OPECST par les auditeurs IHEST. Constats, enjeux, défis et jeux d'acteurs.

Fabienne MARTIN-JUCHAT (Université Grenoble-Alpes), Cécile TOURNU (INRA-DRHDD), Auditrices de la promotion Elinor OSTROM du cycle national IHEST 2018-2019.

Philippe ROCHER, Directeur de METROL, animateur des ateliers d'investigation sur l'Hydrogène pour l'IHEST

L'hydrogène, une molécule très simple, pour une problématique assez complexe.

Marc FLORETTE, Membre de l'Académie des Technologies, ancien Directeur R&D et Innovation d'ENGIE.

Echanges et débats entre intervenants et participants

14h45 – 15h30 • Etat de l'art technologique et enjeux

Etat de l'art de la filière hydrogène dans le contexte de la Transition énergétique. Aspects technologiques et économiques de l'hydrogène mobilité. Etat d'avancement de la R&D, programme et expérimentations en cours, perspectives industrielles et position de la France.

Xavier MONTAGNE, Adjoint au Directeur scientifique du secteur Énergie, développement durable, chimie et procédés à la DGRI, Direction Générale de la Recherche et de l'Innovation du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche

Echanges et débats entre l'intervenant et les participants