

INNOVATIONS TECHNOLOGIQUES

De quoi parlons-nous ?

Les innovations technologiques qui permettent de décarboner les mobilités sont multiples : les véhicules électriques/hybrides, le stockage d'énergie, les véhicules autonomes, les systèmes de transports en commun intelligents, les infrastructures de recharge, les applications de mobilité, les innovations du transport aérien (avion électrique, hydrogène et l'amélioration de l'efficacité des avions traditionnels), les biocarburants et carburants synthétiques, la planification de la mobilité durable, les systèmes captages de CO₂...

Pourquoi ce facteur ?

Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a souligné que, pour atteindre les objectifs de l'Accord de Paris et limiter l'augmentation des températures à 1,5 °C, nous devons utiliser des technologies permettant d'éliminer le carbone de l'atmosphère, en plus d'intensifier celles qui optimisent nos efforts pour réduire les émissions. Plusieurs technologies s'inscrivent dans ces objectifs et sont aujourd'hui en cours de déploiement ou en développement. Elles concernent de manière générale l'échelle nationale voire mondiale.



HISTORIQUE

Les innovations technologiques au service de la décarbonation du secteur des transports ont connu un développement important au cours des dernières décennies. Elles ont notamment permis de commercialiser des véhicules de plus en plus sobres, même si l'augmentation de leur poids a amoindri les performances réelles. Le moteur électrique a été développé pour la première fois au XIX^e siècle mais il n'a commencé à être utilisé dans l'automobile que dans les années 1970, en réponse à la crise du pétrole. Dans les années 1980 et 1990, l'amélioration de la technologie des batteries a permis de développer des véhicules électriques plus performants et plus abordables.

Ces progrès ont contribué à relancer l'intérêt pour ces derniers qui n'ont commencé à se développer de manière significative qu'à partir des années 2000. Au cours de la dernière décennie, les avancées technologiques se sont accélérées, avec le développement de nouvelles technologies telles que la conduite autonome et les véhicules connectés. Ces innovations sont essentielles pour atteindre les objectifs de neutralité carbone fixés par de nombreux pays car elles permettront de réduire les émissions de carbone du secteur des transports, qui est responsable d'environ 20 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre (GES).

SITUATION ACTUELLE



L'état actuel des innovations technologiques pour décarboner le secteur des transports est dynamique. Plusieurs sont prometteuses et sont en cours de développement ou déjà déployées. Les véhicules électriques sont la technologie la plus mature. Leurs ventes ont augmenté ces dernières années et elles devraient continuer à croître. Les nouveaux carburants (hydrogène, biocarburants de 3^e génération) sont également des solutions intéressantes, notamment pour décarboner les transports longue distance (avion, cargo, etc.). D'autres technologies sont prometteuses : la mobilité autonome, les véhicules connec-

tés, l'avion vert, le zeppelin, le cargo à voile... L'objectif de décarbonation de l'ensemble des secteurs d'activité participe à l'émergence d'innovations technologiques bénéfiques aux transports : carburants nouvelles générations, efficacité énergétique des systèmes, capture et stockage du carbone. Néanmoins, certaines de ces solutions sont consommatrices de ressources (énergie, métaux rares, etc.) et interrogent sur leur viabilité et leurs impacts environnementaux. Cela participe à créer un climat de défiance d'une partie de la population remettant en cause le fait que la technologie soit l'unique solution.

QUALIFICATION DU FACTEUR



Le facteur est qualifié comme incertain car l'impact des innovations technologiques pour décarboner les mobilités est aujourd'hui incertain pour plusieurs technologies.

Certaines ne sont qu'en cours de développement et ne sont aujourd'hui qu'à un stade préliminaire et non commercialisée.

DYNAMIQUE DU FACTEUR



Les innovations technologiques font l'objet de multiples programmes de recherche, d'expérimentation et de développement afin d'aboutir à des solutions efficaces. Ce facteur est donc en constante évolution d'autant plus que c'est un levier privilégié par l'Etat français dans la SNBC.

MATURITÉ DU FACTEUR



Naissant

Croissant

À maturité

Déclin

Disparition

Le facteur est qualifié de croissant. Les innovations technologiques pour décarboner le secteur des transports et des mobilités sont identifiées comme solution à fort potentiel pour décarboner les mobilités (cf. GIEC).

IMPACT SUR LE CHAMP ÉTUDIÉ



Fort

Les nouvelles technologies permettent de réduire les émissions de GES de plusieurs manières :

L'électrification des transports est l'un des leviers de décarbonation les plus importants.

Le mix énergétique du territoire conditionne le « pouvoir » de décarbonation des nouveaux carburants (hydrogène, GNV, etc.). Par exemple, le mix électrique français fortement décarboné grâce à la prédominance du nucléaire contribue aux impacts bénéfiques du véhicule électrique en termes d'émissions et d'amélioration de la qualité de l'air.

L'amélioration de l'efficacité énergétique des véhicules et des infrastructures de transport permet de réduire la consommation d'énergie. Cela peut se faire par l'utilisation de matériaux plus légers, de moteurs plus performants ou

encore de systèmes de récupération de ressources (énergie, matériaux, carbone, etc.)

La digitalisation des transports permet de mieux gérer les flux de trafic et de réduire les congestions cela permet d'économiser du carburant et de réduire les émissions de GES.

D'autres innovations non citées, comme les progrès dans l'aviation, la capture et le stockage du carbone, permettent d'atteindre les objectifs de décarbonation du secteur. Quelques exemples de l'impact des innovations technologiques sur la décarbonation du secteur des transports en France : la part des véhicules électriques dans les ventes de voitures neuves est passée de 1,5 % en 2018, à 18,2 % en 2022 ; la production d'hydrogène vert en France a atteint 1,7 TWh en 2022 (+50 % par rapport à 2021).

DÉVELOPPEMENT SELON LES TERRITOIRES



Pour les solutions technologiques « globales » comme l'avion vert, les nouveaux carburants ou encore la capture et le stockage du carbone, leur développement relève de politiques nationales voire européennes et sera homogène à l'échelle du pays. Néanmoins, il sera progressif en fonction des politiques territoriales. L'aire toulousaine et son écosystème sont pionniers sur de nombreuses innovations liées à l'aérospatiale pouvant être bénéfiques aux mobilités du territoire.

Pour les solutions dédiées au secteur des mobilités et des transports, les centres urbains

seront principalement concernés par les innovations. Les autoroutes font aujourd'hui l'objet de projets innovants (recharge par induction pour les poids-lourds). Les véhicules autonomes se développent dans un premier temps dans les zones urbaines, concentrant les activités et les usagers « connectés », même si ces technologies semblent trouver leur périmètre de pertinence dans les zones peu denses où le transport public est absent. Cela nécessitera des infrastructures et de la pédagogie auprès des populations pour leur déploiement.

RESSOURCES



- https://www.gouvernement.fr/sites/default/files/contenu/piece-jointe/2021/10/21181_dp_cmdit.pdf
- <https://www.cerema.fr/fr/actualites/qualite-air-mobilite-decarbonee-enjeux-solutions-nos>

- <https://www.polytechnique-insights.com/tribunes/planete/captage-du-co2-la-technologie-va-t-elle-nous-sauver/>



HYPOTHÈSES D'ÉVOLUTION

HYPOTHÈSE 1 : Les innovations technologiques, pari gagnant de la décarbonation

Le développement et le déploiement des innovations technologiques concernant la décarbonation des mobilités permettent d'atteindre l'objectif de zéro émission. Parmi ces innovations, l'électrification totale des transports avec des batteries plus performantes, abordables et légères occupe une grande place. Les véhicules électriques dominent le marché tandis que l'hy-

drogène reste une option pour les transports longue distance (poids lourds, train, etc.). Les infrastructures de recharge sont largement répandues et contribuent à la transition. Les systèmes de captage de CO₂ sont aussi une innovation importante et aboutie et permettent de compenser les émissions restantes.

HYPOTHÈSE 2 : Transports intelligents

Les innovations technologiques transforment les systèmes de transports en optimisant les flux et ainsi améliorant leur efficacité... Les véhicules et les infrastructures communiquent entre eux pour réduire les phénomènes de congestion et leurs consommations (circulation dynamique...). Ces évolutions permettent

une transition vers une mobilité multimodale et partagée réduisant ainsi la nécessité de posséder une voiture personnelle. Les plateformes et les services de mobilité intègrent l'ensemble des offres (transports publics, mobilité partagée...) et participent à cette transition.

HYPOTHÈSE 3 : Compliqué

Les innovations technologiques s'avèrent être efficaces mais leur déploiement nécessite des délais plus importants pour leur mise en œuvre (surcoût, acceptabilité, progrès technique). Aucune technologie ne permet un véritable phénomène de rupture. Le parti pris techno-

logique n'est pas remis en cause. Néanmoins, l'innovation technologique contribue aussi au secteur pétrolier (techniques d'extraction, etc.) lui permettant de maintenir les produits pétroliers dans le mix énergétique des transports.

HYPOTHÈSE 4 : Sobriété obligatoire

Le parti pris technologique n'est pas tenable d'un point de vue social, financier et technique. Les solutions sont rejetées par une partie de la population. Ce constat pousse les acteurs

à réorienter les efforts vers des stratégies de décarbonation tournées vers la sobriété mixant innovation et développement des low-tech.

53% des répondants ne sont pas d'accord avec l'absence d'adhésion de la population au déploiement des solutions technologiques pour décarboner les secteurs des transports. Pour plusieurs répondants, les principaux freins à ce déploiement d'innovations seront de l'ordre économique (qui peut s'offrir/développer ces solutions) voir technologique (la production d'énergie sera-t-elle suffisante). Ce résultat exprime avant tout le fait que la technologie constitue un facteur non négligeable de la décarbonation des mobilités mais avec certaines réserves.



CONTRIBUTION DES EXPERTS SUR LES HYPOTHÈSES D'ÉVOLUTION

Répartition des votes par hypothèse



HYPOTHÈSE 1 :

En 2050, les innovations technologiques permettent une décarbonation totale des mobilités.



HYPOTHÈSE 2 :

En 2050, les innovations technologiques du secteur des mobilités permettront d'optimiser les déplacements.



HYPOTHÈSE 3 :

En 2050, les moyens technologiques ne permettent pas de décarboner à la hauteur des objectifs fixés.



HYPOTHÈSE 4 :

En 2050, l'absence d'adhésion de la population ne permet pas le déploiement des solutions technologiques pour décarboner le secteur des transports.



Les taux de réponse des participants pour les deux premières hypothèses montrent que les innovations technologiques contribueront à décarboner les mobilités mais avec certaines réserves. En effet, les technologies vertes et les solutions décarbonées concernant le secteur de la mobilité sont en développement et sont très nombreuses, il faudra donc compter sur ces innovations à l'avenir (smart-grids, véhicules électriques, véhicules autonomes...). Elles permettront notamment d'optimiser les déplacements de façon à faciliter l'utilisation des modes décarbonés (62% d'accord avec cette hypothèse). Toutefois, le parti pris de miser sur la technologie soulève plusieurs questions. Ces solutions technologiques ne

paraissent pas aussi simples à déployer et à exploiter. Pour plusieurs répondants, les moyens technologiques participeront à l'effort de décarbonation mais ne permettront d'atteindre les objectifs fixés et se heurteront à un effet de seuil (38% d'accord). Elles ne feront pas tout l'effort de décarbonation car elles ont aussi leurs limites et sont à coupler avec un aménagement du territoire davantage vertueux et un ménagement des modes de vies. Enfin, dans leurs commentaires, l'ensemble des participants s'accordent à dire que les déplacements en avion ne seront probablement pas décarbonés par les leviers technologiques et que la demande en déplacement jouera un rôle prépondérant.

