



Bruxelles, le 8.7.2020
COM(2020) 301 final

**COMMUNICATION DE LA COMMISSION AU PARLEMENT EUROPÉEN, AU
CONSEIL, AU COMITÉ ÉCONOMIQUE ET SOCIAL EUROPÉEN ET AU COMITÉ
DES RÉGIONS**

Une stratégie de l'hydrogène pour une Europe climatiquement neutre)

1. INTRODUCTION — NECESSITE D'UNE FEUILLE DE ROUTE STRATEGIQUE POUR L'HYDROGENE

En Europe et dans le monde, l'hydrogène fait actuellement l'objet d'un regain d'attention et d'un intérêt croissant. L'hydrogène peut servir de matière première, de carburant, de vecteur énergétique et de solution de stockage, et il trouve aussi de nombreuses applications dans les secteurs de l'industrie, des transports, de l'électricité et des bâtiments. Aspect plus important encore, son utilisation ne cause pas d'émissions de CO₂ et pratiquement pas de pollution atmosphérique. Il constitue donc une solution pour décarboner les processus industriels et les secteurs économiques dans lesquels la réduction des émissions de carbone est à la fois urgente et difficile à réaliser. Ces caractéristiques font de l'hydrogène un élément essentiel, tant pour soutenir l'engagement d'atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050 pris par l'UE que dans le cadre des efforts déployés au niveau mondial pour mettre en œuvre l'accord de Paris tout en s'efforçant de concrétiser l'ambition zéro pollution.

Pourtant, à l'heure actuelle, l'hydrogène ne représente qu'une modeste part du bouquet énergétique, dans l'UE comme sur le plan mondial, et il est encore largement produit à partir de combustibles fossiles¹, notamment du gaz naturel ou du charbon, ce qui entraîne le rejet de 70 à 100 millions de tonnes de CO₂ par an dans l'UE. Pour que l'hydrogène contribue à la neutralité climatique, il faut que sa part dans le bouquet énergétique s'accroisse et que sa production soit totalement décarbonée.

Par le passé, l'hydrogène a déjà suscité de l'intérêt de manière sporadique, mais sans jamais connaître de véritable essor. Aujourd'hui, la baisse rapide du coût des énergies renouvelables, les progrès technologiques et le besoin urgent de faire radicalement diminuer les émissions de gaz à effet de serre ouvrent de nouvelles possibilités.

De nombreux indicateurs montrent que nous sommes aujourd'hui proches d'un point de bascule. De nouveaux plans d'investissement, souvent à l'échelle du gigawatt, sont annoncés chaque semaine. Selon les analyses de marché, entre novembre 2019 et mars 2020, la capacité totale d'électrolyseurs en projet d'ici à 2030 est passée de 3,2 GW à 8,2 GW (dont 57 % en Europe)² et le nombre d'entreprises qui deviennent membres du Conseil de l'hydrogène est passé de 13 en 2017 à 81 aujourd'hui.

L'hydrogène est une priorité essentielle pour la réalisation du pacte vert pour l'Europe et de la transition de l'Europe vers une énergie propre, et ce pour plusieurs raisons. L'électricité produite à partir de sources d'énergie renouvelables devrait contribuer à décarboner une grande partie de la consommation d'énergie de l'UE d'ici à 2050, mais pas la totalité. L'hydrogène possède un potentiel important qui permettrait de suppléer en partie à ce manque, car il peut servir de vecteur pour le stockage d'énergie renouvelable, en complément des batteries, ainsi que pour le transport d'énergie, et il peut permettre de pallier les variations saisonnières et de relier les sites de production à des centres de demande plus éloignés. Selon les projections figurant dans la vision stratégique pour une UE neutre pour le climat, publiée

¹ Actuellement, les 300 électrolyseurs en exploitation dans l'UE produisent moins de 4 % de la production totale d'hydrogène — Entreprise commune «Piles à combustible et hydrogène» (FCH JU), 2019, «Hydrogen Roadmap Europe» (Feuille de route pour l'hydrogène en Europe).

² Wood Mackenzie, Green hydrogen pipeline more than doubles in five months, avril 2020.

en novembre 2018³, la part de l'hydrogène dans le bouquet énergétique européen devrait passer de moins de 2 % actuellement⁴ à 13-14 % d'ici à 2050⁵.

En outre, l'hydrogène peut remplacer les combustibles fossiles dans certains procédés industriels à forte intensité de carbone, comme dans la sidérurgie ou la chimie, réduisant ainsi les émissions de gaz à effet de serre et renforçant encore la compétitivité mondiale de ces secteurs. Il peut offrir des solutions pour diminuer les émissions dans certaines parties du système de transport où cette réduction est difficile à réaliser, en complément des améliorations que l'électrification et d'autres carburants renouvelables et à faible teneur en carbone permettent d'obtenir. L'adoption progressive de solutions faisant appel à l'hydrogène peut également conduire à la réaffectation ou à la réutilisation de parties de l'infrastructure de gaz naturel existante, ce qui permettrait d'éviter que les gazoducs ne deviennent des actifs délaissés.

Dans le système énergétique intégré de l'avenir, l'hydrogène aura un rôle à jouer, au même titre que l'électrification au moyen de sources d'énergie renouvelables et une utilisation plus efficace et plus circulaire des ressources. Pour que l'UE puisse atteindre un niveau d'ambition climatique plus élevé et parvenir, d'ici à 2030, à réduire les émissions de gaz à effet de serre d'au moins 50 % et de 55 % de manière rentable, il est essentiel de réaliser rapidement le déploiement à grande échelle d'hydrogène propre.

Les investissements dans l'hydrogène favoriseront la croissance durable et l'emploi, ce qui sera pour la période de reprise postérieure à la crise due à la COVID-19. Le plan de relance de la Commission⁶ souligne la nécessité de débloquent des investissements dans des technologies propres et des chaînes de valeur clés. Il cite l'hydrogène propre au nombre des domaines essentiels dans lesquels une action doit être menée dans le cadre de la transition énergétique et énumère un certain nombre de pistes permettant de soutenir son utilisation.

En outre, l'Europe est très compétitive dans le domaine des technologies de l'hydrogène propre et est bien placée pour tirer parti du développement de l'hydrogène propre en tant que vecteur énergétique au niveau mondial. Les investissements cumulés en faveur de l'hydrogène renouvelable en Europe pourraient se situer entre 180 et 470 milliards d'EUR d'ici à 2050⁷, et dans une fourchette de 3 à 18 milliards d'EUR pour l'hydrogène d'origine fossile bas carbone. Associée au leadership de l'UE dans le domaine des technologies liées aux énergies renouvelables, l'émergence d'une chaîne de valeur de l'hydrogène servant à une multitude de secteurs industriels et à d'autres utilisations finales pourrait permettre la création de près d'1 million d'emplois directs ou indirects⁸. Les analystes estiment que l'hydrogène

³ Une planète propre pour tous - Une vision européenne stratégique à long terme pour une économie prospère, moderne, compétitive et neutre pour le climat», COM(2018) 773

⁴ FCH JU (2019) Hydrogen Roadmap Europe Ce pourcentage inclut l'utilisation de l'hydrogène en tant que matière première.

⁵ Si on considère uniquement la consommation d'hydrogène à des fins énergétiques, la part va, selon les scénarios, de moins de 2 % à plus de 23 % en 2050 (Moya et al. 2019, JRC116452).

⁶ « L'heure de l'Europe: réparer les dommages et préparer l'avenir pour la prochaine génération», COM(2020) 456 final.

⁷ Selon l'IRENA (Agence internationale pour les énergies renouvelables), il faudrait, pour atteindre les objectifs de l'accord de Paris, que l'hydrogène fournisse environ 8 % de la consommation énergétique mondiale (IRENA, Global Renewables Outlook, 2020).

⁸ FCH JU (2019) Hydrogen Roadmap Europe En retenant le scénario ambitieux d'une consommation d'hydrogène de 20 Mt (665 TWh).

propre pourrait satisfaire 24 % de la demande mondiale d'énergie d'ici à 2050, et que les ventes annuelles pourraient représenter environ 630 milliards d'EUR⁹.

Toutefois, en ce qui concerne les coûts, l'hydrogène renouvelable et l'hydrogène bas carbone ne sont pas encore compétitifs par rapport à l'hydrogène d'origine fossile. Pour exploiter toutes les possibilités qu'offre l'hydrogène, l'Union européenne doit se doter d'une approche stratégique. L'industrie de l'UE est en train de relever le défi et a élaboré un plan ambitieux pour atteindre une capacité d'électrolyse de 2x40 GW d'ici à 2030¹⁰. Presque tous les États membres ont inclus des plans en faveur de l'hydrogène propre dans leurs plans nationaux en matière d'énergie et de climat, 26 ont adhéré à l'«initiative sur l'hydrogène»¹¹ et 14 ont intégré l'hydrogène à leur cadre d'action national pour le déploiement d'une infrastructure pour carburants alternatifs¹². Certains ont déjà adopté des stratégies nationales ou sont en train de le faire.

Toutefois, le déploiement de l'hydrogène en Europe se heurte à de sérieuses difficultés qui ne peuvent être surmontées ni par le secteur privé ni par les États membres, s'ils agissent seuls. Le dépassement du point de bascule dans le développement du secteur de l'hydrogène passera par une masse critique d'investissements, un cadre réglementaire favorable, de nouveaux marchés pilotes, des travaux continus de recherche et d'innovation portant sur des technologies transformatrices et débouchant sur la commercialisation de nouvelles solutions, un réseau d'infrastructures de grande envergure que l'UE et le marché unique sont les seuls à pouvoir offrir, et une coopération avec nos partenaires de pays tiers.

Tous les acteurs, publics et privés, aux niveaux européen, national et régional¹³, doivent œuvrer ensemble, d'un bout à l'autre de la chaîne de valeur, à la construction d'un écosystème dynamique de l'hydrogène en Europe.

Afin de concrétiser l'ambition du pacte vert pour l'Europe¹⁴, et en s'inspirant de la *nouvelle stratégie industrielle pour l'Europe*¹⁵ et du plan de relance¹⁶ de la Commission, la présente communication expose une vision de la manière dont l'UE peut faire de l'hydrogène propre une solution viable pour décarboner progressivement différents secteurs, en atteignant une capacité installée d'au moins 6 GW d'électrolyseurs pour la production d'hydrogène renouvelable dans l'UE d'ici à 2024, qui passera à 40 GW d'ici à 2030. La présente communication énumère les difficultés à surmonter, recense les leviers que l'UE peut actionner et présente, sous forme de feuille de route, des actions pour les années à venir.

Étant donné que les cycles d'investissement dans le secteur de l'énergie propre durent environ 25 ans, c'est maintenant qu'il faut agir. Cette feuille de route stratégique établit un cadre

⁹ BNEF (2020) «Hydrogen Economy Outlook». Les prévisions de ventes s'élèvent à 696 milliards d'USD (dollars de 2019).

¹⁰ 40 GW en Europe et 40 GW au voisinage de l'Europe avec des exportations vers l'UE.

¹¹ Déclaration de Linz, 17-18 septembre 2018. <https://www.eu2018.at/calendar-events/political-events/BMNT-2018-09-17-Informal-TTE.html>.

¹² Soumis en vertu de la directive 2014/94/UE.

¹³ Comité européen des régions, «Vers une feuille de route pour un hydrogène propre — la contribution des collectivités locales et régionales à une Europe neutre pour le climat».

¹⁴ COM(2019) 640 final.

¹⁵ COM(2020) 102 final.

¹⁶ «L'heure de l'Europe: réparer les dommages et préparer l'avenir pour la prochaine génération», COM(2020) 456 final.

d'action concret dans lequel l'**alliance européenne pour un hydrogène propre** inspirée du succès de l'alliance européenne pour les batteries¹⁷, initiative favorisant la collaboration de pouvoirs publics, d'entreprises et de la société civile officiellement lancée aujourd'hui, inscrira un programme d'investissement et constituera une réserve de projets concrets. Elle complète la **stratégie pour l'intégration du système énergétique**¹⁸, présentée en même temps, qui décrit la manière dont les différents axes de travail en cours de la politique énergétique de l'UE, notamment le développement de l'hydrogène, favoriseront un système énergétique intégré neutre pour le climat, reposant sur l'électricité d'origine renouvelable, la circularité et les carburants renouvelables et bas carbone. Ces deux stratégies contribuent à la réalisation des objectifs de développement durable ainsi que des objectifs de l'Accord de Paris.

2. VERS UN ECOSYSTEME DE L'HYDROGENE EN EUROPE: FEUILLE DE ROUTE JUSQU'A 2050

Les différents procédés de production de l'hydrogène, leurs émissions de gaz à effet de serre et leur compétitivité respective

Il existe de multiples procédés pour produire de l'hydrogène. Selon le procédé utilisé, la quantité d'émissions générée varie considérablement en fonction de la technologie et la source d'énergie utilisées. Les implications sur le plan des coûts et les exigences matérielles sont sujettes aux mêmes variations. Dans la présente communication, on entend par:

- **«hydrogène électrolytique»**, l'hydrogène produit par électrolyse de l'eau (dans un électrolyseur, alimenté par de l'électricité), quelle que soit l'origine de l'électricité. Pour la production d'hydrogène électrolytique, la quantité d'émissions de gaz à effet de serre sur la totalité du cycle de vie dépend du mode de production de l'électricité¹⁹;
- **«hydrogène renouvelable»**, l'hydrogène produit par électrolyse de l'eau (dans un électrolyseur, alimenté par de l'électricité) et avec de l'électricité d'origine renouvelable. Pour la production d'hydrogène renouvelable, la quantité d'émissions de gaz à effet de serre sur la totalité du cycle de vie est proche de zéro²⁰. L'hydrogène renouvelable peut également être produit par reformage du biogaz (au lieu du gaz naturel) ou par conversion biochimique de la biomasse²¹, si le procédé est conforme aux exigences de durabilité;
- **«hydrogène propre»**, l'hydrogène renouvelable;
- **«hydrogène d'origine fossile»**, l'hydrogène produit par divers procédés utilisant des combustibles fossiles comme matières premières, principalement le reformage de gaz naturel ou la gazéification du charbon, ce qui représente la majeure partie de l'hydrogène

¹⁷ https://ec.europa.eu/growth/industry/policy/european-battery-alliance_en

¹⁸ COM(2020) 299 final.

¹⁹ Les émissions de gaz à effet de serre de la production à l'utilisation (*well-to-gate*) pour le bouquet électrique de l'UE sont de 14 kgCO₂eq/kgH₂ (sur la base des données EUROSTAT pour 2018, 252 tCO₂eq/GWh) alors qu'elles sont de 26 kgCO₂eq/kgH₂ pour le bouquet électrique mondial (AIE, 2019).

²⁰ De la production à l'utilisation, la quantité d'émissions de gaz à effet de serre générées par la production d'hydrogène à partir de sources renouvelables est proche de zéro (AIE, 2019).

²² Évaluation en cours, par la Commission, de l'offre et de la demande en biomasse au niveau mondial et de l'UE, ainsi que de sa durabilité et étude prévue dans le cadre de la stratégie de l'UE en faveur de la biodiversité [COM(2020) 380 final] sur l'application des nouveaux critères de durabilité en matière de biomasse forestière utilisée pour la production d'énergie.

produit aujourd'hui. Pour la production d'hydrogène d'origine fossile, la quantité d'émissions de gaz à effet de serre générée sur la totalité du cycle de vie est élevée²²;

- **«hydrogène d'origine fossile avec captage du carbone»**, une sous-catégorie de l'hydrogène d'origine fossile, dans laquelle les gaz à effet de serre émis au cours du processus de production sont captés. La production d'hydrogène d'origine fossile avec captage du carbone ou pyrolyse génère moins d'émissions de gaz à effet de serre que celle de l'hydrogène d'origine fossile, mais il convient de tenir compte de l'efficacité variable du captage des gaz à effet de serre (90 % au maximum)²³;
- **«hydrogène bas carbone»**, terme englobant l'hydrogène d'origine fossile avec captage du carbone et l'hydrogène électrolytique, avec une réduction significative de la quantité d'émissions de gaz à effet de serre sur la totalité du cycle de vie par rapport à l'hydrogène produit avec les techniques existantes;
- **«combustibles de synthèse dérivés de l'hydrogène»**, divers combustibles gazeux et liquides dérivés de l'hydrogène et du carbone. Pour que les combustibles de synthèse soient considérés comme renouvelables, la composante «hydrogène» du gaz de synthèse devrait être renouvelable. Les combustibles de synthèse englobent, par exemple, le kérosène de synthèse pour l'aviation, le gazole de synthèse pour les voitures, et diverses molécules utilisées dans la fabrication de produits chimiques et d'engrais. Les niveaux d'émissions de gaz à effet de serre associés aux combustibles de synthèse peuvent varier considérablement en fonction des matières premières et des procédés utilisés. En ce qui concerne la pollution atmosphérique, le niveau des émissions de polluants atmosphériques résultant de la combustion de combustibles de synthèse est semblable à celui des combustibles fossiles.

Aujourd'hui, ni l'hydrogène renouvelable ni l'hydrogène bas carbone, notamment l'hydrogène d'origine fossile avec captage du carbone, ne sont compétitifs sur le plan des coûts par rapport à l'hydrogène d'origine fossile. On estime actuellement que le coût de l'hydrogène d'origine fossile est d'environ 1,5 EUR/kg pour l'UE. Ce coût, largement tributaire des prix du gaz naturel ne tient pas compte du coût du CO₂. En ce qui concerne l'hydrogène d'origine fossile avec captage et stockage du carbone, le coût estimé est d'environ 2 EUR/kg et de 2,5 à 5,5 EUR/kg pour l'hydrogène renouvelable²⁴. Aujourd'hui, pour rendre l'hydrogène d'origine fossile avec captage du carbone compétitif par rapport à l'hydrogène d'origine fossile²⁵, il faudrait que les prix du carbone soient de l'ordre de 55 à 90 EUR par tonne de CO₂. Les coûts de l'hydrogène renouvelable diminuent rapidement. Les coûts des électrolyseurs ont déjà baissé de 60 % au cours des dix dernières années et les économies d'échelle devraient permettre de les diviser par deux en 2030 par rapport à aujourd'hui²⁶. Dans les régions où l'électricité d'origine renouvelable est bon marché, les

²² De la production à l'utilisation, la quantité d'émissions de gaz à effet de serre résultant du vaporeformage du gaz naturel est de 9 kgCO₂eq/kgH₂ (AIE, 2019).

²³ De la production à l'utilisation, la quantité d'émissions de gaz à effet de serre résultant du vaporeformage du gaz naturel avec captage et stockage du carbone (CSC) est de 1 kgCO₂eq/kgH₂ pour un taux de captage de 90 %, et de 4 kgCO₂eq/kgH₂ pour un taux de captage de 56 % (AIE, 2019)

²⁴ IEA 2019 Hydrogen report (rapport 2019 de l'AIE sur l'hydrogène) (p. 42), et sur la base de projections de prix de l'AIE pour le gaz naturel dans l'UE de 22 EUR/MWh, de prix de l'électricité compris entre 35 et 87 EUR/MWh, et de coûts de capacité de 600 EUR/kW.

²⁵ À ce stade, toutefois, il ne s'agit que d'une estimation des coûts dans la mesure où aucun projet de ce type n'est en construction ou en exploitation dans l'UE aujourd'hui.

²⁶ Sur la base d'estimations de coûts de l'AIE, de l'IRENA et de BNEF. Les coûts des électrolyseurs devraient passer de 900 EUR/kW à 450 EUR/kW, voire moins, après 2030, et à 180 EUR/kW après 2040. Les coûts du CSC font passer les coûts de reformage du gaz naturel de 810 EUR/kWH₂ à 1512 EUR/kWH₂. Pour 2050, les coûts devraient atteindre 1152 EUR/kWH₂ (AIE, 2019).

électrolyseurs devraient être en mesure de concurrencer la production d'hydrogène d'origine fossile en 2030²⁷. Ces éléments seront les principaux moteurs de l'essor progressif de l'hydrogène dans tous les secteurs de l'économie de l'UE.

Une feuille de route pour l'UE

La priorité pour l'UE est le développement de l'hydrogène renouvelable, produit principalement à partir d'énergie éolienne et solaire. L'hydrogène renouvelable est l'option la plus compatible avec l'objectif à long terme de neutralité climatique et l'ambition zéro pollution de l'UE et la plus cohérente avec un système énergétique intégré. Le choix de l'hydrogène renouvelable se fonde sur les atouts industriels que possède l'Europe en matière de production d'électrolyseurs. Il permettra de créer de nouveaux emplois, stimulera la croissance économique dans l'UE et soutiendra l'émergence d'un système énergétique intégré rentable. À l'horizon 2050, l'hydrogène renouvelable devrait progressivement être déployé à grande échelle, parallèlement à la mise en place de nouvelles capacités de production d'électricité à partir de sources d'énergie renouvelables, à mesure que la technologie arrive à maturité et que les coûts des technologies de production diminuent. Ce processus doit être lancé dès maintenant.

Toutefois, à court et à moyen terme, il faudra avoir recours à d'autres modes de production d'hydrogène bas carbone, principalement pour réduire rapidement les émissions des installations de production d'hydrogène existantes et soutenir l'adoption, en parallèle et dans l'avenir, de l'hydrogène renouvelable.

Il est probable que le développement de l'écosystème de l'hydrogène en Europe **se fera suivant une trajectoire progressive**, à des vitesses différentes selon les secteurs, voire les régions, et que le choix de mesures sera différent selon les cas.

Lors de la première phase, de 2020 à 2024, l'objectif stratégique est d'installer une capacité d'**au moins 6 GW d'électrolyseurs produisant de l'hydrogène renouvelable dans l'UE** en vue de produire jusqu'à **un million de tonnes d'hydrogène renouvelable pour décarboner la production d'hydrogène existante**²⁸, par exemple dans le secteur de la chimie, et favoriser la consommation d'hydrogène par de nouvelles applications finales telles que d'autres processus industriels et éventuellement les transports routiers lourds.

Au cours de cette phase, il faudra développer la construction d'électrolyseurs, notamment des grandes installations (jusqu'à 100 MW). Ces électrolyseurs pourraient être installés à côté des centres de demande existants dans de grandes raffineries, des usines sidérurgiques et des complexes chimiques. Il faudrait, idéalement, qu'ils soient alimentés directement par de l'électricité d'origine renouvelable locale. En outre, il faudra prévoir des stations de ravitaillement en hydrogène en vue de l'utilisation plus répandue de bus et, ultérieurement, de camions équipés de piles à combustible. Il faudra donc des électrolyseurs pour assurer, sur le plan local, l'approvisionnement de stations de ravitaillement en hydrogène de plus en plus nombreuses. Différents procédés de production d'hydrogène électrolytique bas carbone, en

²⁷ Aux prix courants de l'électricité et du gaz, l'hydrogène bas carbone d'origine fossile devrait coûter entre 2 et 2,5 EUR/kg dans l'UE en 2030 et l'hydrogène renouvelable entre 1,1 et 2,4 EUR/kg (AIE, IRENA, BNEF).

²⁸ Il serait possible de produire jusqu'à 33 TWh d'hydrogène renouvelable soit en reliant directement l'électricité d'origine renouvelable aux électrolyseurs, soit en veillant à ce que certaines conditions soient remplies, notamment l'additionalité de l'électricité d'origine renouvelable utilisée.

particulier ceux qui génèrent des émissions de gaz à effet de serre quasi nulles, contribueront au développement de la production et du marché de l'hydrogène. Il conviendrait de décarboner certaines des installations de production d'hydrogène existantes en les équipant de systèmes de captage et de stockage du carbone.

Les besoins en infrastructures de transport de l'hydrogène resteront limités car la demande sera initialement satisfaite par l'hydrogène produit à proximité ou sur site et, dans certaines régions, une injection dans les réseaux de gaz naturel est possible, mais il y a lieu de commencer à planifier des infrastructures centrales et pour des distances moyennes. La production de certaines formes d'hydrogène bas carbone nécessitera des infrastructures de captage et d'utilisation du CO₂.

L'accent sera mis sur la définition d'un cadre réglementaire favorisant un marché de l'hydrogène liquide et performant et sur les mesures d'incitation, aussi bien pour l'offre que la pour la demande, sur les marchés pilotes, notamment en comblant l'écart de coûts entre les solutions classiques et l'hydrogène renouvelable et bas carbone et en adoptant des règles appropriées en matière d'aides d'État. La mise en place de conditions-cadres favorables permettra de concrétiser des projets de grandes installations éoliennes et solaires spécifiquement destinées à produire de l'hydrogène renouvelable à l'échelle du gigawatt avant 2030.

L'alliance européenne pour un hydrogène propre contribuera à la constitution d'une solide réserve d'investissements. Dans le cadre du plan de relance de la Commission, l'instrument «Next Generation EU», et notamment le volet «Facilité d'investissement stratégique» du Fonds InvestEU et le Fonds pour l'innovation du SEQE, contribueront à renforcer le soutien financier et à combler le déficit d'investissement dans les énergies renouvelables dû à la crise liée à la COVID-19.

Lors de la **deuxième phase, de 2025 à 2030**, l'hydrogène doit faire intrinsèquement partie d'un **système énergétique intégré**, l'objectif stratégique étant de parvenir à une capacité installée d'**au moins 40 GW d'électrolyseurs produisant de l'hydrogène renouvelable d'ici à 2030** et de produire jusqu'à **10 millions de tonnes d'hydrogène renouvelable dans l'UE**²⁹.

Au cours de cette phase, l'hydrogène renouvelable devrait progressivement devenir compétitif sur le plan des coûts par rapport à d'autres formes de production d'hydrogène, mais il faudra adopter des politiques spécifiques axées sur la demande pour que la demande industrielle s'élargisse progressivement à de nouvelles applications, notamment la sidérurgie, les poids lourds, le secteur ferroviaire et certaines applications de transport maritime, ainsi que d'autres modes de transport. L'hydrogène renouvelable commencera à jouer un rôle dans l'équilibrage d'un **système électrique fondé sur les énergies renouvelables** en transformant l'électricité en hydrogène lorsque l'électricité d'origine renouvelable est abondante et peu onéreuse et en offrant des solutions flexibles. Il sera également utilisé pour le stockage journalier ou

²⁹ Il serait possible de produire jusqu'à 333 TWh d'hydrogène renouvelable soit en reliant directement l'électricité d'origine renouvelable aux électrolyseurs, soit en veillant à ce que certaines conditions soient remplies, notamment l'additionalité de l'électricité d'origine renouvelable utilisée.

saisonnier, constituant un appoint et remplissant une fonction de tampon³⁰, ce qui renforcera la sécurité d’approvisionnement à moyen terme.

En outre, il devrait être possible, en continuant à équiper les installations existantes de production d’hydrogène d’origine fossile de systèmes de captage du carbone, de faire encore diminuer les émissions de gaz à effet de serre et d’autres polluants atmosphériques en vue d’atteindre le niveau d’ambition en matière climatique plus élevé fixé à l’horizon 2030.

On verra se développer des pôles locaux d’hydrogène, tels que des régions isolées ou des îles, ou des écosystèmes régionaux (*«vallées de l’hydrogène»*), qui reposeront sur une production locale d’hydrogène à partir de la production décentralisée d’énergie d’origine renouvelable et sur la demande locale, le transport n’excédant pas de courtes distances. Dans de tels cas, une infrastructure spécifique pour l’hydrogène peut utiliser ce dernier pour des applications industrielles et de transport et pour l’équilibrage du système électrique, mais aussi pour fournir de la chaleur à des bâtiments résidentiels et commerciaux³¹.

Au cours de cette phase, il deviendra nécessaire de mettre en place une infrastructure logistique à l’échelle de l’UE et des mesures seront prises pour assurer le transport de l’hydrogène depuis des zones à fort potentiel en matière d’énergies renouvelables vers des centres de demande situés, éventuellement, dans d’autres États membres. Il faudra alors planifier un véritable réseau dorsal paneuropéen et établir un réseau de stations de ravitaillement en hydrogène. Le réseau gazier existant pourrait être partiellement adapté pour le transport d’hydrogène renouvelable sur de longues distances et il deviendrait nécessaire de mettre en place des d’installations de stockage d’hydrogène de plus grande envergure. Des échanges internationaux pourraient également se développer, en particulier avec les pays voisins de l’UE en Europe de l’est et dans les pays du sud et de l’est de la Méditerranée.

En ce qui concerne l’action politique, mener à bien une entreprise d’une telle ampleur sur une période relativement courte nécessitera de mobiliser le soutien de l’UE et de stimuler les investissements en vue de créer un écosystème de l’hydrogène à part entière. D’ici à 2030, l’UE aura pour objectif d’achever un marché de l’hydrogène de l’UE ouvert et concurrentiel, avec un commerce transfrontalier libre de toute entrave et une répartition efficace de l’approvisionnement en hydrogène entre les secteurs.

Dans une troisième phase, à partir de 2030 et à l’horizon 2050, les technologies de l’hydrogène renouvelable devraient parvenir à maturité et être déployées à grande échelle pour atteindre tous les secteurs difficiles à décarboner, où d’autres solutions pourraient être impossibles à mettre en pratique ou impliquer des coûts plus élevés.

³⁰ La fonction de stockage tampon utilisant l’hydrogène renouvelable va bien au-delà du simple stockage de l’électricité d’origine renouvelable. Le stockage tampon permet de rendre l’énergie disponible dans différentes régions au moyen des installations de transport et de stockage de l’hydrogène. Le stockage tampon de l’hydrogène peut relier différents secteurs d’utilisation finale et marchés de l’énergie (contrairement au stockage de l’électricité) et permettre de repositionner les prix de l’énergie sur certains marchés de l’hydrogène.

³¹ Des projets pilotes sont en cours pour analyser le potentiel de remplacement des chaudières à gaz naturel par des chaudières à hydrogène.

Au cours de cette phase, la production d'électricité renouvelable devra augmenter considérablement puisqu'environ un quart³² de l'électricité d'origine renouvelable pourrait servir à la production d'hydrogène renouvelable d'ici à 2050.

En particulier, la pénétration de l'hydrogène et des combustibles de synthèse dérivés de l'hydrogène, sur la base d'émissions de CO₂ neutre en carbone, pourrait être beaucoup plus importante dans des secteurs de l'économie plus diversifiés, des transports aériens et maritimes jusqu'au secteur difficile à décarboner des bâtiments industriels et commerciaux. Il est aussi envisageable que le biogaz durable joue un rôle dans le remplacement du gaz naturel dans les installations de production d'hydrogène équipées de systèmes de captage et de stockage du carbone pour que les émissions soient négatives, à condition d'éviter les fuites de biométhane et dans le strict respect des objectifs de biodiversité et des principes énoncés dans la stratégie de l'UE en faveur de la biodiversité à l'horizon 2030³³.

3. UN PROGRAMME D'INVESTISSEMENT POUR L'UE

Pour atteindre les objectifs de déploiement fixés dans la présente feuille de route stratégique d'ici à 2024 et 2030, il est nécessaire de mettre en place un solide programme d'investissement qui tire parti des synergies et garantisse la cohérence de l'aide publique entre les différents fonds de l'UE et le financement de la BEI, en profitant de l'effet de levier et en évitant tout soutien excessif.

D'ici à 2030, les investissements dans les électrolyseurs pourraient représenter entre 24 et 42 milliards d'EUR. En outre, sur la même période, entre 220 et 340 milliards d'EUR seraient nécessaires pour développer une capacité de production d'énergie solaire et éolienne de 80-120 GW et la connecter directement aux électrolyseurs afin de fournir l'électricité nécessaire. On estime à quelque 11 milliards d'EUR les investissements nécessaires pour équiper la moitié des installations existantes de systèmes de captage et stockage du carbone. En outre, les investissements qui seront nécessaires pour assurer le transport, la distribution et le stockage de l'hydrogène et pour mettre en place les stations de ravitaillement en hydrogène représentent un total de 65 milliards d'EUR³⁴. D'ici à 2050, les investissements dans les capacités de production se situeraient dans une fourchette de 180 à 470 milliards d'EUR dans l'UE³⁵.

Enfin, l'adaptation des secteurs d'utilisation finale à la consommation d'hydrogène et aux combustibles dérivés de l'hydrogène nécessitera également des investissements importants. Par exemple, la conversion à l'hydrogène d'une aciérie européenne typique arrivant en fin de vie coûte 160 à 200 millions d'EUR. Dans le secteur du transport routier, le déploiement de 400 petites stations de ravitaillement en hydrogène supplémentaires (contre 100 aujourd'hui)

³² Dans l'hypothèse où la totalité de l'hydrogène renouvelable serait produite à partir d'électricité d'origine renouvelable. Sur la base du scénario de décarbonation à long terme 1,5 TECH [COM(2018) 773].

³³ COM(2020) 380 final.

³⁴ Hydrogen Roadmap Europe, en retenant le scénario ambitieux de 665 TWh d'ici à 2030 (FCH JU, 2019)

³⁵ Étude ASSET (2020). Production d'hydrogène en Europe: aperçu des coûts et des principaux avantages. Les projections d'investissement tablent sur 40 GW d'hydrogène renouvelable ainsi que sur 5 millions de tonnes d'hydrogène bas carbone d'ici à 2030, et sur 500 GW d'électrolyseurs produisant de l'hydrogène renouvelable d'ici à 2050.

pourrait nécessiter des investissements de l'ordre de 850 à 1 000 millions d'EUR³⁶.

Pour soutenir ces investissements et favoriser l'apparition d'un écosystème de l'hydrogène complet, la Commission lance aujourd'hui l'**alliance européenne pour un hydrogène propre**, conformément à l'annonce faite dans sa communication sur une nouvelle stratégie industrielle. L'alliance jouera un rôle crucial en facilitant et en mettant en œuvre les actions de la présente stratégie et en soutenant les investissements destinés à accroître la production et la demande d'hydrogène renouvelable et bas carbone. Fortement ancrée dans la chaîne de valeur industrielle de l'hydrogène, de la production à la mobilité, à l'industrie, à l'énergie et au chauffage en passant par le transport, elle mènera, s'il y a lieu, des actions de soutien des compétences correspondantes et des ajustements du marché du travail. Elle réunira les entreprises, les pouvoirs publics aux niveaux national, régional et local et la société civile. Grâce à des tables rondes sectorielles de dirigeants dialoguant entre elles et à une plateforme des décideurs politiques, l'alliance constituera une vaste enceinte permettant la coordination des investissements de toutes les parties prenantes et la participation de la société civile.

L'objectif principal de l'alliance sera **de recenser les projets d'investissement viables et d'en constituer une réserve**. Cela facilitera la coordination des investissements et des politiques tout au long de la chaîne de valeur de l'hydrogène ainsi que la coopération entre les parties prenantes privées et publiques dans l'ensemble de l'UE, avec l'aide d'un soutien public, le cas échéant, et en attirant l'investissement privé. Cela confèrera également de la visibilité à ces projets et leur permettra de trouver un soutien approprié en tant que de besoin. Actuellement, de nouveaux projets de production d'hydrogène renouvelable représentant une capacité de 1,5 à 2,3 GW sont en cours de construction ou annoncés, et une capacité de 22 GW d'électrolyseurs supplémentaire³⁷ est envisagée, ces projets devant encore être affinés et confirmés.

La Commission assurera également le suivi des recommandations formulées dans un rapport du **forum stratégique sur les projets importants d'intérêt européen commun (PIIEC)**³⁸ afin de promouvoir des investissements et des actions bien coordonnés ou communs dans plusieurs États membres, visant à soutenir une chaîne d'approvisionnement en hydrogène. La coopération engagée au sein de l'écosystème de l'hydrogène dans le cadre du **forum stratégique** contribuera à un démarrage rapide des activités de l'alliance pour un hydrogène propre. L'alliance pour un hydrogène propre, quant à elle, facilitera, dans le même temps, la coopération pour une série de grands projets d'investissement, notamment des **projets PIIEC**, tout au long de la chaîne de valeur de l'hydrogène. L'instrument spécifique PIIEC permet l'octroi d'aides d'État en faveur de grands projets transfrontaliers intégrés pour l'hydrogène et les carburants dérivés de l'hydrogène qui contribuent de manière significative à la réalisation des objectifs climatiques.

³⁶ Étude ASSET (2020). Production d'hydrogène en Europe: aperçu des coûts et des principaux avantages. Dans l'hypothèse d'une aciérie produisant 400 000 tonnes/an.

³⁷ Projets à court terme des REGRT dans le cadre du plan décennal de développement du réseau, de la base de données des projets dans le domaine de l'hydrogène de l'AIE et du Fonds pour l'innovation du SEQE. La réserve de futurs projets est basée sur les estimations du secteur dans le rapport intitulé «Post Covid-19 and the hydrogen sector» de Hydrogen Europe (2020) [https://hydrogeneurope.eu/sites/default/files/Post%20COVID-19%20for%20the%20Hydrogen%20Sector%20\(2\).pdf](https://hydrogeneurope.eu/sites/default/files/Post%20COVID-19%20for%20the%20Hydrogen%20Sector%20(2).pdf)

³⁸ Strengthening Strategic Value Chains for a future-ready EU Industry. Rapport (en anglais) du forum stratégique pour les projets importants d'intérêt européen commun. <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/37824>

En outre, les capacités du **programme InvestEU** seront plus que doublées dans le cadre du **nouvel instrument de relance «Next Generation EU»**. Le programme continuera de soutenir le déploiement de l'hydrogène, en particulier en encourageant les investissements privés, avec un fort effet de levier, par l'intermédiaire de ses quatre volets d'action initiaux et du nouveau volet d'investissement stratégique.

La stratégie renouvelée en matière de finance durable qui sera adoptée d'ici à la fin 2020 et la taxinomie de l'Union sur la finance durable³⁹ orienteront les investissements en faveur de l'hydrogène dans tous les secteurs économiques en promouvant les activités et les projets qui contribuent de manière substantielle à la décarbonation.

Plusieurs États membres ont érigé l'hydrogène renouvelable et bas carbone en élément stratégique de leurs plans nationaux en matière d'énergie et de climat. La Commission engagera un dialogue avec les États membres sur leurs plans dans le domaine de l'hydrogène dans le cadre du *Hydrogen Energy Network* (HyENet)⁴⁰. Les États membres devront s'appuyer notamment sur ces plans et sur les priorités recensés dans le cadre du Semestre européen lorsqu'ils élaboreront leurs plans nationaux au titre de la nouvelle facilité pour la reprise et la résilience, qui visera à soutenir les investissements et les réformes des États membres, qui sont essentiels pour une relance durable.

Par ailleurs, le **Fonds européen de développement régional et le Fonds de cohésion**, qui seront complétés à la faveur de la **nouvelle initiative REACT-EU**, resteront disponibles pour financer la transition écologique. Dans le cadre de la prochaine période de financement 2021-2027, la Commission collaborera avec les États membres, les autorités régionales et locales, l'industrie et d'autres parties prenantes afin que ces fonds contribuent à soutenir des solutions innovantes dans le domaine de l'hydrogène renouvelable et bas carbone, au moyen de transferts de technologie, de partenariats public-privé, ainsi que de projets pilotes pour tester de nouvelles solutions ou procéder à la validation précoce des produits. Il conviendrait également d'étudier de façon approfondie toutes les possibilités offertes aux régions à forte intensité de carbone au titre du **mécanisme de transition juste**. Enfin, des synergies entre le mécanisme pour l'interconnexion en Europe – Énergie et le mécanisme pour l'interconnexion en Europe – Transports seront exploitées en vue de financer des infrastructures spécifiques pour l'hydrogène, la réaffectation des réseaux gaziers, les projets de captage du carbone et les stations de ravitaillement en hydrogène.

4. STIMULER LA DEMANDE ET ACCROITRE LA PRODUCTION

Pour mettre en place une économie de l'hydrogène en Europe, il faut adopter une approche couvrant la chaîne de valeur dans sa totalité. La production d'hydrogène à partir de sources renouvelables ou bas carbone, le développement des infrastructures de fourniture d'hydrogène aux consommateurs finaux et la création d'une demande du marché doivent aller de pair, faisant naître un cercle vertueux d'**accroissement de l'offre et de la demande d'hydrogène**. Il faut également que les **coûts d'approvisionnement diminuent**, ce qui nécessite une réduction des coûts des technologies propres de production et de distribution et des coûts

³⁹ Règlement sur l'établissement d'un cadre pour favoriser les investissements durables

⁴⁰ HyENet est une plateforme informelle créée par la DG ENER pour assister les autorités nationales sur les questions relatives à l'hydrogène. https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-system-integration/hydrogen_en

abordables des intrants énergétiques d'origine renouvelable, de manière à garantir la compétitivité par rapport aux combustibles fossiles. À cet égard, la production d'hydrogène renouvelable hors réseau est aussi une option envisageable.

La quantité de matières premières⁴¹ nécessaires sera considérable. Il conviendra par conséquent d'examiner l'approvisionnement en matières premières dans le cadre du plan d'action relatif aux matières premières critiques, de la mise en œuvre du plan d'action en faveur de l'économie circulaire et de l'approche de la politique commerciale de l'UE visant à garantir un commerce équitable et non faussé, ainsi que des investissements dans ces matières premières. Il faudra également adopter une approche fondée sur le cycle de vie pour réduire au minimum les incidences négatives du secteur de l'hydrogène sur le climat et l'environnement.

Un soutien sera probablement nécessaire pour stimuler l'offre et la demande d'hydrogène, sous des formes diverses, conformément à la présente stratégie prévoyant de privilégier le déploiement de l'hydrogène renouvelable. Si, pendant la phase de transition, il sera nécessaire d'octroyer une aide appropriée à l'hydrogène bas carbone, cela ne doit pas conduire à des actifs délaissés. La révision du cadre relatif aux aides d'État, et notamment des lignes directrices concernant les aides d'État à la protection de l'environnement et à l'énergie, prévue en 2021, sera l'occasion de créer un cadre propice complet pour progresser vers les objectifs du pacte vert pour l'Europe, et en particulier la décarbonation, notamment en ce qui concerne l'hydrogène, tout en limitant les distorsions potentielles de la concurrence et les effets néfastes dans les autres États membres.

Stimuler la demande dans les secteurs d'utilisation finale

La création de nouveaux marchés pilotes va de pair avec l'augmentation de la production d'hydrogène. Il est possible de développer progressivement deux principaux marchés pilotes, ceux des **applications industrielles et de la mobilité** pour exploiter de manière rentable le potentiel que présente l'hydrogène en faveur d'une économie neutre pour le climat.

Une application immédiate dans l'**industrie** consiste à réduire et à remplacer l'utilisation d'**hydrogène à forte intensité de carbone dans les raffineries, dans la production d'ammoniac et pour de nouvelles formes de production de méthanol**, ou à remplacer partiellement les combustibles fossiles dans la **sidérurgie**. Dans une deuxième phase, l'hydrogène peut servir de base à des investissements dans des procédés de production d'acier totalement décarbonés et à leur mise en œuvre dans l'UE, comme envisagé dans la nouvelle stratégie industrielle de la Commission.

Dans les transports, l'hydrogène constitue également une option prometteuse dans les cas où l'électrification est plus difficile. Dans une première phase, il est possible d'**adopter rapidement l'hydrogène** pour des usages captifs, tels que les **bus urbains locaux, les flottes commerciales (par exemple, les taxis) ou certaines parties du réseau ferroviaire**, qu'il n'est pas possible d'électrifier. Les stations de ravitaillement en hydrogène peuvent facilement être alimentées par des électrolyseurs régionaux ou locaux, mais leur déploiement

⁴¹ L'Europe est dans une situation de dépendance totale pour l'approvisionnement en 19 des 29 matières premières nécessaires pour les piles à combustible et les technologies d'électrolyse (comme les métaux du groupe du platine), et est également tributaire de plusieurs matières premières critiques pour diverses technologies de production d'électricité d'origine renouvelable.

nécessitera de procéder à une analyse lucide de la demande de la flotte et des différentes exigences applicables aux véhicules utilitaires légers et lourds.

Il conviendra d'encourager davantage l'utilisation des piles à combustible à hydrogène **dans les véhicules lourds routiers**, ainsi que l'électrification, notamment en ce qui concerne les autobus, les véhicules à usage spécial et le fret routier longue distance, compte tenu du niveau élevé de leurs émissions de CO₂. Les objectifs fixés pour 2025 et 2030 dans le cadre du règlement sur les normes d'émission de CO₂ sont des moteurs importants pour la création d'un marché pilote des solutions reposant sur l'hydrogène, lorsque la technologie des piles à combustible aura atteint une maturité suffisante et présentera un bon rapport coût-efficacité. Les projets menés dans le cadre de l'entreprise commune «Piles à combustible et Hydrogène» (FCH-JU) d'Horizon 2020 visent à conforter l'avance technologique de l'Europe.

Des **trains à hydrogène**, pourraient être déployés sur des liaisons ferroviaires commerciales viables, dont l'électrification est difficile ou non rentable: environ 46 % du réseau principal est encore exploité avec des motrices diesel. Certaines applications ferroviaires utilisant des piles à combustible (par exemple, les unités multiples) peuvent, aujourd'hui déjà, être compétitives sur le plan des coûts par rapport au diesel.

Dans le secteur de **la navigation intérieure et du transport maritime à courte distance**, l'hydrogène peut devenir un carburant de substitution à faibles émissions, d'autant plus que le pacte vert insiste sur la nécessité d'étendre le système des quotas d'émissions aux émissions de CO₂ du secteur maritime. Pour le transport maritime à longue distance et hauturier, il faudra parvenir à accroître la puissance des piles à combustible de un⁴² à plusieurs mégawatts et utiliser de l'hydrogène renouvelable pour produire des carburants de synthèse, du méthanol ou de l'ammoniac, dont la densité énergétique est plus élevée.

L'hydrogène peut devenir, à plus long terme, une option permettant de décarboner les **secteurs des transports aérien et maritime** grâce à la production de kérosène synthétique liquide ou d'autres carburants de synthèse. Il s'agit de carburants de substitution qui peuvent être utilisés avec les technologies aéronautiques existantes, mais il convient de tenir compte des implications en termes d'efficacité énergétique. À plus long terme, les piles à combustible fonctionnant à l'hydrogène, qui nécessitent une adaptation de la conception de l'aéronef, ou encore les réacteurs à hydrogène, peuvent également constituer des possibilités pour l'aviation. Pour réaliser ces ambitions, il sera nécessaire d'établir une feuille de route recensant les efforts considérables à fournir, sur le long terme, en matière de recherche et d'innovation⁴³ notamment dans le cadre du programme «Horizon Europe», de l'entreprise commune «Piles à combustible et Hydrogène» et d'éventuelles initiatives sous l'égide de l'alliance pour l'hydrogène.

La Commission abordera la question de l'utilisation de l'hydrogène dans le secteur des transports dans le cadre de la future **stratégie en faveur d'une mobilité intelligente et**

⁴² Dans le cadre du projet FLAGSHIP, deux navires marchands à piles à combustible à hydrogène sont développés en France et en Norvège, l'hydrogène étant produit sur site par des électrolyseurs de 1 MW alimentés par de l'électricité d'origine renouvelable.

⁴³ Hydrogen-powered aviation. A fact-based study of hydrogen technology, economics and climate impact by 2050. Mai 2020.
https://www.fch.europa.eu/sites/default/files/FCH%20Docs/20200507_Hydrogen%20Powered%20Aviation%20report_FINAL%20web%20%28ID%208706035%29.pdf.

durable, annoncée dans le pacte vert pour l'Europe et qui devrait être présentée avant la fin de 2020.

La principale entrave à l'utilisation de l'hydrogène dans les applications industrielles et les transports est souvent le coût plus élevé qui y est associé, notamment les investissements supplémentaires dans les équipements et les installations de stockage et de soutage spécifiques nécessaires. En outre, les marges réduites sur les produits industriels finaux dues à la concurrence internationale amplifient les incidences potentielles des risques liés à la chaîne d'approvisionnement et l'incertitude sur le marché.

Par conséquent, il faudra adopter des politiques de soutien de la **demande**. La Commission examinera différentes mesures incitatives envisageables au niveau de l'UE, notamment la possibilité de parts minimales ou de **quotas d'hydrogène renouvelable ou de ses dérivés dans certains secteurs d'utilisation finale**⁴⁴ (par exemple le secteur chimique ou les applications de transport), ce qui permettra d'orienter la demande de manière ciblée. Dans ce contexte, la notion de mélange virtuel⁴⁵ pourrait être étudiée plus en détail.

Accroître la production

Quelque 280 entreprises⁴⁶ sont actives dans la chaîne de production et d'approvisionnement d'électrolyseurs et des projets sont en préparation pour des électrolyseurs représentant une capacité supérieure à 1 GW, mais à ce jour la capacité totale de production européenne pour les électrolyseurs est inférieure à ce chiffre d'1 GW. Pour atteindre l'objectif stratégique d'une capacité d'électrolyseurs de 40 GW d'ici à 2030, il faut un effort coordonné avec l'alliance européenne pour un hydrogène propre, les États membres et les régions pionnières, ainsi que des régimes de soutien en attendant que l'hydrogène devienne compétitif en termes de coûts. Les technologies permettant d'accroître la production d'hydrogène, telles que l'électricité d'origine solaire et éolienne, de même que le captage, l'utilisation et le stockage du carbone, continuent d'être de plus en plus compétitives à mesure que la chaîne d'approvisionnement prend de l'ampleur.

Pour stimuler le développement de l'hydrogène, l'industrie européenne a besoin de clarté et les investisseurs de certitudes en ce qui concerne la transition, notamment une compréhension claire, dans l'ensemble de l'Union, i) des technologies de production d'hydrogène qui doivent être développées en Europe, et ii) du type d'hydrogène qui peut être considéré comme renouvelable et bas carbone. L'objectif ultime pour l'UE est clair: l'intégration d'un système énergétique neutre pour le climat reposant sur l'hydrogène renouvelable et l'électricité renouvelable. Étant donné qu'il s'agira d'un défi à long terme, l'UE devra planifier cette transition avec soin, en sachant qu'à ce jour, les situations de départ et les infrastructures peuvent varier d'un État membre à l'autre.

Afin de concevoir un cadre d'action de soutien qui soit adapté selon les avantages de l'hydrogène en matière de réduction des émissions de carbone pendant une phase de

⁴⁴ La directive sur les énergies renouvelables apporte déjà un soutien à l'hydrogène renouvelable, qu'elle inclut explicitement parmi les moyens permettant d'atteindre l'objectif sectoriel en matière d'énergies renouvelables dans le secteur des transports.

⁴⁵ On entend par «mélange virtuel» une part d'hydrogène dans le volume total de vecteurs énergétiques gazeux (méthane par exemple), que ces gaz soient physiquement mélangés dans la même infrastructure ou qu'ils soient conservés séparément dans des infrastructures spécifiques.

⁴⁶ 60 % des entreprises actives de l'UE sont des petites et moyennes entreprises.

transition, et en vue d'informer les clients, la Commission s'emploiera à introduire rapidement des instruments à l'échelle de l'UE, sur la base d'analyses d'impact. Ce cadre comprendrait notamment un(e) **seuil/norme commun(e) en matière de faible émission de carbone pour la promotion des installations de production d'hydrogène sur la base de leurs performances en matière d'émissions de gaz à effet de serre tout au long de leur cycle de vie**, qui pourrait être défini(e) **par rapport au référentiel actuel du système d'échange de quotas d'émission (SEQE)**⁴⁷ pour la production d'hydrogène. Il comprendrait aussi **une terminologie exhaustive et des critères à l'échelle européenne pour la certification de l'hydrogène renouvelable et bas carbone**, en s'appuyant éventuellement sur le système actuel de surveillance, de déclaration et de vérification du SEQE et sur les dispositions de la directive sur les énergies renouvelables⁴⁸. Ce cadre pourrait être fondé sur les émissions de gaz à effet de serre produites sur l'ensemble du cycle de vie⁴⁹, en tenant compte des méthodes «CertifHy»⁵⁰ existantes définies par des initiatives du secteur industriel, conformément à la taxinomie européenne pour les investissements durables. Les fonctions spécifiques et complémentaires que jouent déjà les garanties d'origine et les certificats de durabilité dans la directive sur les énergies renouvelables peuvent faciliter la production la plus rentable et les échanges à l'échelle de l'UE.

En ce qui concerne l'hydrogène électrolytique, la part croissante des énergies renouvelables dans la production d'électricité ainsi que le plafond du SEQE pour les émissions de CO₂ liées à l'électricité dans l'ensemble de l'UE permettront de réduire les émissions de CO₂ en amont au fil du temps, tandis qu'en aval, l'hydrogène sera utilisé pour remplacer les combustibles fossiles dans les secteurs d'utilisation finale. Les émissions de CO₂ liées à l'électricité restent pertinentes pour les politiques visant à stimuler la production d'hydrogène, car il convient d'éviter tout soutien indirect à la production d'électricité en tant que telle; la demande d'électricité pour produire de l'hydrogène devrait plus particulièrement être possible lorsque la quantité d'électricité renouvelable dans le réseau est abondante. Dans le cas de l'hydrogène d'origine fossile avec captage du carbone, la Commission examinera les émissions de méthane en amont provenant de la production et du transport de gaz naturel et proposera des mesures d'atténuation dans le cadre de la future stratégie de l'UE sur le méthane.

Un cadre d'action de soutien à l'intensification de l'hydrogène

Un cadre d'action incitatif et de soutien doit permettre à l'hydrogène renouvelable et, pendant une période de transition, à l'hydrogène bas carbone de contribuer à la décarbonation au moindre coût possible, tout en prenant en considération d'autres aspects importants, tels que la compétitivité industrielle et ses implications en matière de chaîne de valeur pour le système

⁴⁷ Ne concerne que le vaporeformage du méthane.

⁴⁸ La directive sur les énergies renouvelables autorise que l'hydrogène produit dans des installations raccordées au réseau (même si le bouquet électrique ne compte qu'une faible part d'électricité d'origine renouvelable) soit statistiquement comptabilisé comme étant 100 % renouvelable, pour autant que certaines conditions soient remplies, notamment l'additionnalité de l'électricité renouvelable utilisée. La Commission présentera, en 2021, un acte délégué précisant ces conditions.

⁴⁹ Voir la stratégie pour l'intégration du système énergétique, COM(2020) 299 final.

⁵⁰ Par exemple, CertifHy fixe un seuil d'émission de gaz à effet de serre durant le cycle de vie qui est fondé sur le référentiel actuel du SEQE et sur un objectif de réduction des émissions qui découle de la directive sur les énergies renouvelables.

énergétique. L'UE possède déjà la base d'un cadre d'action de soutien, notamment avec la directive sur les énergies renouvelables et le système d'échange de quotas d'émission (SEQUE), tandis que l'instrument «Next Generation EU», le plan cible en matière de climat à l'horizon 2030 et la politique industrielle fournissent les instruments et les ressources financières nécessaires pour accélérer nos efforts en faveur d'une reprise durable.

Le SEQUE, en tant qu'instrument fondé sur le marché, constitue déjà une incitation technologiquement neutre, à l'échelle de l'UE, en faveur d'une décarbonation rentable dans tous les secteurs qu'il couvre au moyen de la tarification du carbone. Un renforcement du SEQUE, dont le champ d'application pourrait être étendu comme annoncé dans le cadre du pacte vert, consolidera progressivement ce rôle. La quasi-totalité de la production existante d'hydrogène d'origine fossile est couverte par le SEQUE, mais les secteurs concernés⁵¹ sont considérés comme présentant un risque important de fuites de carbone et bénéficient donc de l'allocation de quotas à titre gratuit à hauteur de 100 % des niveaux de référence. Comme prévu dans la directive SEQUE⁵², le référentiel utilisé pour l'allocation de quotas à titre gratuit sera mis à jour pour la phase 4. Lors de la prochaine **révision du SEQUE**, la Commission pourrait examiner les moyens d'encourager davantage la production d'hydrogène renouvelable et bas carbone, tout en tenant dûment compte du risque pour les secteurs exposés à des fuites de carbone. Si des différences persistent entre les niveaux d'ambition climatique dans le monde, la Commission proposera en 2021 un mécanisme d'ajustement carbone aux frontières afin de réduire le risque de fuites de carbone, en totale compatibilité avec les règles de l'OMC, et examinera également les implications pour l'hydrogène.

Compte tenu de la nécessité de développer l'hydrogène renouvelable et l'hydrogène bas carbone tant qu'ils ne sont pas compétitifs en termes de coûts, **des régimes de soutien seront probablement nécessaires** pendant un certain temps, sous réserve du respect des règles de concurrence. Un instrument d'action éventuel consisterait à créer des systèmes d'appel d'offres pour des **contrats d'écart compensatoire appliqués au carbone** («CCfD»). Un contrat à long terme de ce type avec une contrepartie publique rémunérerait l'investisseur en payant la différence entre le prix d'exercice du CO₂ et le prix réel du CO₂ dans le SEQUE de manière explicite, comblant l'écart de coûts⁵³ par rapport à la production d'hydrogène classique. L'application d'un système pilote de CCfD est envisageable pour accélérer le remplacement de la production actuelle d'hydrogène dans les raffineries et la fabrication d'engrais, pour **l'acier bas carbone et circulaire et les produits chimiques de base** et pour soutenir le déploiement de l'hydrogène et de combustibles dérivés tels que l'**ammoniac** dans le secteur maritime, ainsi que le déploiement de carburants de synthèse à faible teneur en carbone dans le secteur de l'aviation. La mise en œuvre pourrait se faire au niveau de l'UE ou au niveau national, notamment avec le soutien du Fonds pour l'innovation du SEQUE. Il convient d'évaluer soigneusement la proportionnalité de ces mesures ainsi que leur impact sur le marché, en veillant à ce qu'elles soient conformes aux lignes directrices concernant les aides d'État à la protection de l'environnement et à l'énergie.

Enfin, des **régimes de soutien direct transparents et fondés sur le marché** en faveur de l'hydrogène renouvelable, attribués par voie d'appels d'offres concurrentiels, pourraient être envisagés. Le soutien d'une manière compatible avec le marché devrait être coordonné au sein d'un marché de l'hydrogène et de l'électricité transparent, efficace et concurrentiel,

⁵¹ Notamment pour les raffineries et la fabrication d'engrais.

⁵² Directive (UE) 2018/410.

⁵³ Le contrat couvrirait explicitement la différence entre le prix d'exercice et le prix réel du CO₂ dans le SEQUE.

offrant des signaux de prix qui récompensent les électrolyseurs pour les services qu'ils fournissent au système énergétique (par exemple, les services de flexibilité, l'augmentation des niveaux de production renouvelable, la réduction de la charge liée aux incitations en faveur des renouvelables).

Dans l'ensemble, cette approche permet d'apporter un soutien différencié en vue de stimuler la demande et l'offre, en tenant compte du type d'hydrogène et des diverses situations de départ des États membres, conformément à la politique en matière d'aides d'État. Les investissements dans les installations et les technologies de production d'hydrogène renouvelable et bas carbone, tels que les électrolyseurs, peuvent faire l'objet d'une demande de financement de l'UE. De plus, des contrats d'écart compensatoire appliqués au carbone pourraient être envisagés pour l'hydrogène renouvelable et l'hydrogène bas carbone jusqu'à ce qu'ils soient suffisamment matures et compétitifs en tant que tels, de manière à fournir un soutien initial en faveur d'un déploiement précoce dans différents secteurs. En ce qui concerne l'hydrogène renouvelable, des quotas et des régimes de soutien direct fondés sur le marché pourraient également être envisagés. Cela devrait permettre de lancer un écosystème de l'hydrogène de grande envergure dans l'ensemble de l'UE au cours de la prochaine décennie, et d'aller vers un déploiement commercial complet par la suite.

5. ÉLABORER UN CADRE POUR LES INFRASTRUCTURES LIEES A L'HYDROGENE ET DES REGLES DU MARCHE

Le rôle des infrastructures

La disponibilité d'infrastructures énergétiques permettant de relier l'offre et la demande est une condition préalable à l'utilisation généralisée de l'hydrogène en tant que vecteur énergétique dans l'UE. L'hydrogène peut être transporté par hydroducs, mais il existe aussi des options de transport ne reposant pas sur le réseau, par exemple des camions ou des navires amarrés à des terminaux GNL adaptés, dans la mesure où cela est techniquement possible. L'hydrogène peut être transporté sous une forme purement gazeuse ou liquide, ou être assemblé en molécules plus grandes qui sont plus faciles à transporter (par exemple, l'ammoniac ou des vecteurs d'hydrogène organique liquide). L'hydrogène peut également fournir un stockage cyclique ou saisonnier, par exemple dans des cavités salines⁵⁴, afin de produire de l'électricité pour couvrir la demande de pointe, de garantir l'approvisionnement en hydrogène et de permettre un fonctionnement flexible des électrolyseurs.

Les besoins en matière d'infrastructures pour l'hydrogène dépendront en dernier ressort de la configuration de la production et de la demande d'hydrogène ainsi que des coûts de transport, et seront liés aux différentes phases du développement de la production d'hydrogène, augmentant de manière significative après 2024. En outre, des infrastructures favorisant le captage, l'utilisation et le stockage du carbone peuvent être nécessaires pour produire de l'hydrogène bas carbone et des carburants de synthèse. À l'issue de l'approche par étapes décrite ci-dessus, la demande d'hydrogène pourra, dans un premier temps, être satisfaite par la production sur site (à partir de sources d'énergie renouvelables locales ou de gaz naturel) dans des pôles industriels et des zones côtières grâce aux connexions «point à point» existantes

⁵⁴ Au Royaume-Uni, à Teesside dans le Yorkshire, une entreprise britannique stocke 1 million de m³ d'hydrogène pur (95 % de H₂ et 3–4 % de CO₂) dans trois cavités salines d'une profondeur d'environ 400 m à 50 bars. Le potentiel technique de l'Europe pour le stockage de l'hydrogène en cavités salines est d'environ 85 PWh (Caglayan et al. 2020).

entre la production et la demande. Les règles en vigueur concernant les réseaux fermés de distribution, les lignes directes ou les exonérations sur les marchés du gaz et de l'électricité peuvent fournir des orientations à cet égard⁵⁵.

Au cours de la deuxième phase, des réseaux d'hydrogène apparaîtraient au niveau local pour répondre à une demande industrielle supplémentaire. Compte tenu de l'augmentation de la demande, il faudra optimiser la production, l'utilisation et le transport de l'hydrogène et probablement prévoir à cette fin des transports à plus longue distance afin de garantir l'efficacité de l'ensemble du système, en **réexaminant le réseau transeuropéen d'énergie (RTE-E) et la législation relative au marché intérieur du gaz en vue de marchés concurrentiels du gaz décarboné**⁵⁶. Afin de garantir l'interopérabilité des marchés de l'hydrogène pur, il pourrait être nécessaire de définir des normes de qualité communes (par exemple pour la pureté et les seuils fixés pour les contaminants) ou des règles opérationnelles transfrontalières.

Ce processus devrait être combiné à une stratégie permettant de répondre à la demande de transport grâce à un réseau de stations de ravitaillement, en lien avec le réexamen de la **directive sur le déploiement d'une infrastructure pour carburants alternatifs** et la révision du **réseau transeuropéen de transport (RTE-T)**.

Vu l'abandon progressif imminent du gaz à faible valeur calorifique et la diminution de la demande de gaz naturel après 2030, certains éléments de l'infrastructure gazière paneuropéenne existante pourraient être réaffectés pour fournir l'infrastructure nécessaire au transport transfrontalier à grande échelle d'hydrogène. **La réaffectation pourra offrir l'occasion d'une transition énergétique rentable, en combinaison avec la construction (relativement limitée) de nouvelles infrastructures spécifiques pour l'hydrogène**⁵⁷.

Ceci étant, les gazoducs existants pour le gaz naturel sont détenus par des gestionnaires de réseau qui, souvent, ne sont pas autorisés à détenir, exploiter et financer des hydroducs. Pour permettre la réaffectation des actifs existants, il y a lieu d'évaluer leur adéquation technique et de réexaminer le cadre réglementaire en vue de marchés concurrentiels du gaz décarboné afin de permettre ce type de financement et d'exploitation selon une perspective globale du système énergétique. Une bonne planification des infrastructures, par exemple sur la base de plans décennaux de développement du réseau («TYNDP»), est nécessaire pour étayer les décisions d'investissement. Cette planification devrait également apporter les informations et la base nécessaires pour inciter les investisseurs privés à financer des électrolyseurs dans les meilleurs endroits. La Commission veillera donc à ce que les infrastructures d'hydrogène soient pleinement intégrées dans la planification des infrastructures, au moyen notamment d'une révision des réseaux transeuropéens d'énergie et de l'élaboration de plans décennaux de développement du réseau (TYNDP), tout en prévoyant également la planification d'un réseau de stations de ravitaillement.

⁵⁵ Voir les articles 28 et 38 de la directive 2009/73/CE (JO L 211/94 du 14.8.2009) et les articles 7 et 38 de la directive (UE) 2019/944 (JO L 158/125 du 14.6.2019).

⁵⁶ Réexamen de la directive 2009/73/CE concernant des règles communes pour le marché intérieur du gaz naturel et du règlement (CE) n° 715/2009 concernant les conditions d'accès aux réseaux de transport de gaz naturel.

⁵⁷ On peut s'attendre par exemple, en Allemagne et aux Pays-Bas, à un réseau hydrogène comprenant jusqu'à 90 % d'infrastructures de gaz naturel réaffectées. Les gazoducs réaffectés sont souvent déjà largement amortis.

Le mélange d'un pourcentage limité d'hydrogène dans le réseau de gaz naturel peut permettre, dans une phase de transition, la production décentralisée d'hydrogène renouvelable dans des réseaux locaux⁵⁸. Ce mélange est cependant moins efficace et réduit la valeur de l'hydrogène. Le mélange modifie également la qualité du gaz consommé en Europe et peut affecter la conception de l'infrastructure gazière, les applications finales et l'interopérabilité des systèmes transfrontaliers. Il risque donc de fragmenter le marché intérieur si des États membres voisins acceptent des niveaux de mélange différents et que les flux transfrontaliers sont entravés. Pour pallier cette situation, il convient d'évaluer s'il est techniquement faisable d'ajuster la qualité du gaz, et d'estimer le coût à prévoir pour gérer les différences de qualité. Il faudrait mettre à jour les normes actuelles en matière de qualité du gaz, tant au niveau national qu'au niveau européen (CEN). En outre, il peut être nécessaire de renforcer les instruments afin d'assurer la coordination transfrontière et l'interopérabilité des systèmes pour permettre des flux de gaz sans entrave entre les États membres. Ces options requièrent une attention particulière pour ce qui est de leur contribution à la décarbonation du système énergétique et de leurs implications économiques et techniques.

Favoriser les marchés liquides et la concurrence

Le potentiel de production d'hydrogène renouvelable n'étant pas identique dans tous les États membres de l'UE, un marché européen ouvert et concurrentiel, caractérisé par un commerce transfrontalier sans entrave, présente des avantages importants sur le plan de la concurrence, du caractère abordable et de la sécurité de l'approvisionnement.

La transition **vers un marché liquide** avec un commerce de l'hydrogène fondé sur les produits de base faciliterait l'entrée de nouveaux producteurs et serait bénéfique pour une meilleure intégration avec d'autres vecteurs énergétiques. Cela créerait des signaux de prix viables pour les investissements et les décisions opérationnelles. Tout en reconnaissant les différences intrinsèques, on pourrait envisager, dans le cadre du réexamen de la législation sur le gaz en vue de marchés concurrentiels du gaz décarboné, un marché de l'hydrogène reprenant des règles existantes développées pour le fonctionnement commercial efficace des marchés de l'électricité et du gaz, telles que l'accès aux points d'échange et des définitions standard des produits.

Pour faciliter le déploiement de l'hydrogène et développer un marché où les nouveaux producteurs ont eux aussi accès aux clients⁵⁹, **les infrastructures pour l'hydrogène devraient être accessibles à tous** sur une base non discriminatoire. Afin de ne pas fausser l'égalité des conditions de concurrence pour les activités fondées sur le marché, les gestionnaires de réseau doivent rester neutres. Il conviendra de définir des règles d'accès des tiers, des règles claires concernant le raccordement des électrolyseurs au réseau ainsi que la rationalisation des procédures d'autorisation et l'aplanissement des obstacles administratifs, afin de réduire la charge excessive qui gêne l'accès au marché. En clarifiant les choses

⁵⁸ La production décentralisée offrirait une voie d'évacuation fiable et assurerait, si elle est combinée avec des régimes de soutien, des revenus pour le démarrage de la production. En ce qui concerne plus particulièrement les électrolyseurs situés dans des sites de production optimaux, et non à proximité de la demande, l'insuffisance d'infrastructures spécifiques pour l'hydrogène peut entraîner une augmentation des investissements dans le stockage sur site et/ou une réduction de la production.

⁵⁹ Conformément au socle européen des droits sociaux (principe 20), selon lequel la technologie favorise l'accès aux services essentiels pour tous et les rend abordables.

aujourd'hui, on évite les investissements à fonds perdus et les coûts des interventions a posteriori.

Un marché de l'UE ouvert et concurrentiel, avec des prix reflétant les coûts de production des vecteurs énergétiques, les coûts du carbone et les coûts et avantages externes, permettrait de fournir de l'hydrogène propre et sûr aux utilisateurs finals qui y attachent le plus d'importance⁶⁰. L'hydrogène doit être traité sur le même pied que les autres vecteurs, pour éviter toute distorsion des prix relatifs des différents vecteurs énergétiques⁶¹. S'ils disposent de signaux solides concernant les prix relatifs, les utilisateurs d'énergie peuvent non seulement choisir en connaissance de cause quel vecteur énergétique utiliser dans quelle circonstance, mais ils peuvent aussi décider de manière efficace s'ils veulent consommer de l'énergie ou non, c'est-à-dire trouver un compromis optimal lorsqu'ils investissent dans des mesures d'efficacité énergétique.

6. PROMOUVOIR LA RECHERCHE ET L'INNOVATION DANS LE DOMAINE DES TECHNOLOGIES DE L'HYDROGENE

L'UE soutient la recherche et l'innovation sur l'hydrogène depuis de nombreuses années, d'abord sous la forme de projets collaboratifs traditionnels⁶², puis principalement par l'entreprise commune «Piles à combustible et Hydrogène» (EC PCH)⁶³. Ces efforts ont permis d'amener plusieurs technologies à un niveau proche de leur maturité⁶⁴, parallèlement au développement de projets de grande envergure dans des applications prometteuses⁶⁵. Ils ont aussi conduit l'UE au premier rang mondial en ce qui concerne les technologies futures, notamment les électrolyseurs, les stations de ravitaillement en hydrogène et les piles à combustible à l'échelle du mégawatt. Les projets financés par l'UE ont également permis d'améliorer la compréhension du règlement applicable afin de stimuler la production et l'utilisation de l'hydrogène dans l'Union.

Il y a lieu de poursuivre les efforts de recherche et d'innovation pour garantir la mise en place d'une chaîne d'approvisionnement complète en hydrogène au service de l'économie européenne.

Premièrement, il s'agira de renforcer la **production au moyen d'électrolyseurs plus gros, plus efficaces et plus rentables dans la gamme des gigawatts** permettant, avec des capacités de fabrication de masse et de nouveaux matériaux, de fournir de l'hydrogène aux gros consommateurs. Dans un premier temps, un appel à propositions sera lancé cette année pour un électrolyseur de 100 MW. Il convient également d'encourager et de développer des

⁶⁰ Cela serait conforme au principe de primauté de l'efficacité énergétique.

⁶¹ Par exemple, les pertes d'énergie dues à la production d'hydrogène ou à sa conversion ne devraient pas être collectivisées si cela génère un avantage indu par rapport à d'autres vecteurs.

⁶² Citons, comme premiers exemples, la démonstration des bus à hydrogène avec le projet CUTE (entamé en 2003) et son successeur HyFLEET. CUTE a permis des progrès considérables dans la démonstration des technologies des piles à combustible et de la propulsion par l'hydrogène.

⁶³ L'entreprise commune PCH est un partenariat public-privé qui unit la recherche européenne et l'industrie autour d'un programme de recherche commun. Ces dix dernières années, l'UE a apporté à l'entreprise commune PCH une contribution d'environ 900 millions d'EUR.

⁶⁴ Par exemple, les bus, voitures particulières, camionnettes, véhicules de manutention et stations de ravitaillement.

⁶⁵ Par exemple, les carburants de synthèse pour l'aviation, l'hydrogène dans le secteur ferroviaire, et le secteur maritime.

solutions à un niveau de maturité technologique moindre, telles que, par exemple, la production d'hydrogène à partir d'algues marines, par hydrolyse solaire directe ou par des processus de pyrolyse avec du carbone solide comme produit secondaire, tout en tenant dûment compte des exigences de durabilité.

Deuxièmement, il faut développer davantage les **infrastructures permettant de distribuer, stocker et livrer de l'hydrogène en grandes quantités** et éventuellement sur de longues distances. La **réaffectation d'infrastructures gazières existantes** pour le transport de l'hydrogène ou des combustibles dérivés de l'hydrogène doit également faire l'objet d'activités supplémentaires de recherche, de développement et d'innovation.

Troisièmement, il faut continuer à développer des **applications finales à grande échelle**, notamment dans l'**industrie** (par exemple, l'utilisation de l'hydrogène pour remplacer le charbon à coke dans la sidérurgie ou l'intensification de l'hydrogène renouvelable dans l'industrie chimique et pétrochimique) et dans les **transports** (par exemple, le transport routier lourd, le transport ferroviaire, le transport par voie d'eau et l'aviation). La recherche prénormative, y compris la dimension de la sécurité, devrait être conçue pour aider les plans de déploiement et pour permettre d'améliorer et d'harmoniser les normes.

Enfin, il est nécessaire de poursuivre la recherche pour soutenir l'élaboration des politiques dans un certain nombre de domaines transversaux, en particulier pour permettre **l'amélioration et l'harmonisation des normes (de sécurité)** ainsi que le suivi et l'évaluation des incidences sociales et des répercussions sur le marché du travail. Il convient de mettre au point des méthodes fiables pour **évaluer les incidences sur l'environnement des technologies de l'hydrogène** et de leurs chaînes de valeur associées, y compris leurs émissions de gaz à effet de serre tout au long du cycle de vie et leur durabilité. **Parallèlement à la réduction**, substitution, réutilisation et au recyclage des matériaux, il importe d'évaluer soigneusement la sécurité de l'approvisionnement en **matières premières essentielles**, à la lumière des prévisions de déploiement accru, en veillant à garantir un approvisionnement sûr et un niveau élevé de durabilité en Europe.

Un soutien coordonné à la recherche et à l'innovation de l'UE est également nécessaire pour des **projets à forte incidence et de grande envergure sur l'ensemble de la chaîne de valeur de l'hydrogène**, capables de tester la technologie dans des conditions réelles, y compris des électrolyseurs à grande échelle (centaines de mégawatts) connectés à la production d'électricité propre et fournissant de l'hydrogène renouvelable à, par exemple, des zones industrielles ou des aéroports et ports verts (comme proposé dans l'appel relatif au pacte vert pour l'Europe).

Pour relever tous ces défis, la Commission mènera une série d'actions en faveur de la recherche, de l'innovation et de la coopération internationale⁶⁶ en la matière, à l'appui des objectifs de la politique énergétique et climatique.

Un **partenariat institutionnalisé pour un hydrogène propre** a été proposé au titre du programme-cadre pour la recherche et l'innovation «Horizon Europe». Il met principalement l'accent sur la production, le transport, la distribution et le stockage d'hydrogène renouvelable, parallèlement à une sélection de technologies des piles à combustible pour

⁶⁶ Pour les actions internationales dans le domaine de la recherche et de l'innovation, voir la partie 7.

utilisation finale⁶⁷. Tandis que ce partenariat pour un hydrogène propre soutiendra les activités de recherche, développement et démonstration des technologies pour préparer ces dernières au marché, l'alliance pour un hydrogène propre consistera à mutualiser les ressources pour assurer l'ampleur et l'impact des efforts d'industrialisation, afin de réduire encore les coûts et de renforcer la compétitivité. La Commission propose également d'accroître le soutien à la recherche et à l'innovation dans le domaine de l'utilisation finale de l'hydrogène dans des secteurs clés grâce à des synergies avec d'importants partenariats proposés dans le cadre du programme «Horizon Europe», notamment en ce qui concerne les transports⁶⁸ et l'industrie⁶⁹. Une coopération étroite entre ces partenariats favoriserait le développement de chaînes d'approvisionnement pour l'hydrogène et accroîtrait les investissements en commun.

Par ailleurs, le **Fonds pour l'innovation du SEQE**, qui réunira quelque 10 milliards d'EUR pour soutenir les technologies à faible intensité de carbone sur la période 2020-2030, pourrait faciliter la démonstration inédite de technologies innovantes basées sur l'hydrogène. Le Fonds peut réduire considérablement les risques liés à des projets complexes et de grande ampleur et offre ainsi une occasion unique de préparer ces technologies à un déploiement à grande échelle. Un premier appel à propositions au titre de ce Fonds a été lancé le 3 juillet 2020.

La Commission apportera également un soutien ciblé pour la constitution des capacités nécessaires à la préparation de projets financièrement sains et viables dans le domaine de l'hydrogène, lorsque cela sera érigé en priorité dans les programmes nationaux et régionaux concernés, par l'intermédiaire d'instruments spécifiques (par exemple, les Projets de démonstration liés à l'énergie d'InnovFin, InvestEU), éventuellement combiné à des services de conseil et d'assistance technique de la politique de cohésion, des plateformes de conseil de la Banque européenne d'investissement ou au titre du programme «Horizon Europe». Par exemple, le «partenariat des vallées de l'hydrogène»⁷⁰ soutient déjà l'innovation en matière d'écosystèmes de l'hydrogène. Au cours de la prochaine période de financement, un instrument pour les investissements interrégionaux en matière d'innovation comprenant une action pilote relative aux technologies de l'hydrogène dans les régions à forte intensité de carbone soutiendra spécifiquement le développement de chaînes de valeur innovantes dans le cadre du Fonds européen de développement régional.

La coopération avec les efforts de recherche et d'innovation des États membres dans le cadre des priorités du plan stratégique pour les technologies énergétiques (plan SET)⁷¹ sera également assurée. Des synergies avec d'autres instruments, tels que le Fonds pour l'innovation ou les Fonds structurels, seront recherchées afin de surmonter la phase de la «vallée de la mort» qui précède la maturité commerciale, grâce à des projets de démonstration inédits reflétant la diversité des possibilités en matière d'hydrogène renouvelable et bas carbone dans l'UE.

⁶⁷ Étant donné que les technologies des piles à combustible et des électrolyseurs présentent de nombreuses similitudes.

⁶⁸ Par exemple, la proposition de partenariats de R&I dans le domaine des transports tels que «2Zero», «Zero Emission Waterborne Transport» et «Clean Aviation» au titre d'«Horizon Europe» mettra en place de nouveaux travaux de R&I sur les applications de l'hydrogène pour les transports.

⁶⁹ Par exemple, les secteurs de l'acier propre, de l'économie circulaire et de la neutralité climatique.

⁷⁰ Soutien au titre de la plateforme de la stratégie de spécialisation intelligente (S3) sur la modernisation de l'industrie.

⁷¹ Notamment les actions du plan SET portant sur l'utilisation de l'hydrogène, telles que les mesures concernant l'industrie et les combustibles ainsi que le captage, le stockage et l'utilisation du CO₂ (CCUS).

7. LA DIMENSION INTERNATIONALE

La dimension internationale fait partie intégrante de l'approche de l'UE. L'hydrogène propre offre de nouvelles **possibilités de repenser les partenariats énergétiques de l'Europe avec les pays et régions voisins** et avec ses partenaires internationaux, régionaux et bilatéraux, de **faire progresser** la diversification de l'approvisionnement et d'aider à concevoir des chaînes d'approvisionnement stables et sûres.

Conformément à la dimension extérieure du pacte vert pour l'Europe, l'UE a un intérêt stratégique à placer l'hydrogène parmi les priorités de son programme de politique énergétique extérieure, en continuant d'investir dans la coopération internationale en matière de climat, de commerce et de recherche, mais aussi en élargissant son programme à de nouveaux domaines.

Depuis de nombreuses années, la recherche est le fondement de la coopération internationale en matière d'hydrogène. L'UE, conjointement avec les États-Unis et le Japon, a élaboré les programmes de recherche les plus ambitieux concernant différents segments de la chaîne de valeur de l'hydrogène, et l'établissement du **partenariat international pour l'économie de l'hydrogène (IPHE)** a été pionnier à cet égard.

L'hydrogène propre fait désormais l'objet d'un intérêt grandissant à l'échelle mondiale. Plusieurs pays mettent en place des programmes de recherche ambitieux dans le cadre de leur stratégie nationale en matière d'hydrogène⁷², et l'on peut s'attendre au développement d'un marché international du commerce de l'hydrogène. Les États-Unis et la Chine investissent massivement dans la recherche et le développement industriel en matière d'hydrogène. Certains des fournisseurs de gaz actuels de l'UE et certains pays ayant un fort potentiel d'énergies renouvelables envisagent des possibilités d'exporter de l'électricité renouvelable ou de l'hydrogène propre vers l'UE. L'Afrique par exemple, en raison de son potentiel considérable en matière d'énergies renouvelables, et plus particulièrement l'Afrique du Nord en raison de sa proximité géographique, est un fournisseur potentiel d'hydrogène renouvelable à un coût compétitif pour l'UE⁷³, ce qui exige d'accélérer fortement le déploiement de la production d'électricité renouvelable dans ces pays.

Dans ce contexte, l'UE devrait promouvoir activement de nouvelles **possibilités de coopération en matière d'hydrogène propre avec les pays et régions voisins, afin de contribuer à leur transition vers une énergie propre et de favoriser une croissance et un développement durables**. Compte tenu des ressources naturelles, des interconnexions physiques et du développement technologique, les pays du voisinage oriental, en particulier l'Ukraine, et les pays du voisinage méridional devraient être des partenaires prioritaires. La coopération devrait s'étendre de la recherche et de l'innovation à la politique réglementaire, aux investissements directs et aux échanges commerciaux équitables et non faussés dans le domaine de l'hydrogène, de ses dérivés et des technologies et services associés. D'après les estimations de l'industrie, il serait possible de déployer, dans les pays du voisinage oriental et méridional, des électrolyseurs représentant une capacité installée de 40 GW d'ici à 2030, ce qui garantirait un commerce transfrontalier durable avec l'UE. La coopération et la diplomatie

⁷² Par exemple, l'Australie, le Canada, la Norvège, la Corée du Sud et plusieurs États membres de l'UE.

⁷³ Cela exigerait une nette accélération du déploiement de la production d'électricité renouvelable dans ces pays.

dans le domaine de l'énergie devraient permettre de réaliser cette ambition et de fournir d'importantes quantités d'hydrogène renouvelable à l'UE.

Afin de soutenir les investissements dans l'hydrogène propre dans le voisinage européen, la Commission mobilisera les instruments de financement disponibles, notamment la plateforme d'investissement pour le voisinage, qui finance depuis de nombreuses années des projets accompagnant la transition des pays partenaires vers une énergie propre. La Commission serait également disposée à soutenir de nouvelles propositions de projets dans le domaine de l'hydrogène par des institutions financières internationales, en vue d'un cofinancement potentiel au moyen de ce mécanisme de mixage, dans le contexte par exemple du cadre d'investissement en faveur des Balkans occidentaux⁷⁴.

Les accords de stabilisation et d'association de l'UE conclus avec les pays des Balkans occidentaux, ainsi que les accords d'association conclus avec les **pays du voisinage**, fournissent le cadre politique nécessaire à la participation de ces pays à des programmes conjoints de recherche et de développement sur l'hydrogène avec l'UE. En tant que forums sectoriels régionaux de la coopération internationale, **la Communauté de l'énergie et la Communauté des transports** auront un rôle essentiel à jouer pour promouvoir la réglementation de l'UE, les normes et l'hydrogène propre, y compris le déploiement de nouvelles infrastructures, telles que des réseaux de ravitaillement, et la réutilisation, le cas échéant, des réseaux de gaz naturel existants. Les Balkans occidentaux et l'Ukraine seront encouragés à participer à l'alliance pour un hydrogène propre.

Les dialogues sur l'énergie menés avec des partenaires du **voisinage méridional** contribueront à définir et à promouvoir un programme commun et à identifier des projets et des activités conjoints. La coopération avec le secteur devrait également être encouragée par l'intermédiaire de forums de coopération régionale tels que l'Observatoire méditerranéen de l'énergie. Dans le cadre de l'**initiative Afrique-Europe pour l'énergie verte**⁷⁵, la Commission étudiera la possibilité de soutenir la sensibilisation aux possibilités en matière d'hydrogène propre parmi les partenaires publics et privés, notamment des projets communs de recherche et d'innovation. Elle examinera également des projets potentiels par le canal du Fonds européen pour le développement durable⁷⁶.

Plus largement, l'hydrogène pourrait être intégré dans les efforts de l'UE en matière d'énergie et de diplomatie aux niveaux international, régional et bilatéral, mais aussi dans les domaines du climat, de la recherche, du commerce et de la coopération internationale. Il sera essentiel de conclure un vaste accord avec les partenaires internationaux pour créer les conditions nécessaires à l'émergence d'un marché mondial fondé sur des règles, qui contribue à un approvisionnement en hydrogène sûr et concurrentiel pour le marché de l'UE. Une action rapide sera capitale pour empêcher l'émergence d'entraves au marché et de distorsions des échanges. Dans ce contexte, une évaluation de la manière de remédier aux éventuelles

⁷⁴ Celui-ci est doté de fonds au titre de l'instrument d'aide de préadhésion de l'UE, et de contributions provenant des institutions financières internationales qui font partie de sa plateforme.

⁷⁵ L'initiative Afrique-Europe pour l'énergie verte a été présentée dans la communication intitulée «Vers une stratégie globale avec l'Afrique», JOIN(2020) 4 final du 9.3.2020.

⁷⁶ Le Fonds européen pour le développement durable (FEDD) soutient les investissements en Afrique et dans les pays voisins de l'UE afin de contribuer à la réalisation du programme de développement durable à l'horizon 2030 des Nations unies, de ses objectifs de développement durable et de l'accord de Paris sur le changement climatique.

distorsions et entraves aux échanges et aux investissements en matière d'hydrogène sera effectuée dans le cadre du réexamen en cours de la politique commerciale de l'UE. De plus, des dialogues bilatéraux visant à promouvoir la réglementation de l'UE, les normes et les technologies pourraient être facilités.

L'UE devrait en outre promouvoir, dans les **enceintes multilatérales**, l'élaboration de normes internationales et la fixation de définitions et méthodes communes pour déterminer les émissions globales provenant de chaque unité d'hydrogène produite et transportée jusqu'à l'utilisation finale, ainsi que l'établissement de critères de durabilité internationaux. L'UE participe déjà très activement à l'IPHE et codirige la nouvelle mission relative à l'hydrogène propre dans le cadre de l'initiative «Mission Innovation» et de l'initiative sur l'hydrogène du forum «Clean Energy Ministerial» (CEM H2I). La collaboration internationale pourrait également être étendue par le truchement des organismes internationaux de normalisation et des règlements techniques mondiaux des Nations unies (CEE-ONU, Organisation maritime internationale), notamment l'harmonisation de la réglementation automobile pour les véhicules à hydrogène. La coopération dans le cadre du G20, ainsi qu'avec l'Agence internationale de l'énergie (AIE) et l'Agence internationale pour les énergies renouvelables (IRENA), offre de nouvelles possibilités d'échanger les expériences et les bonnes pratiques.

Enfin, afin de réduire les risques de change pour les opérateurs du marché de l'UE, tant en ce qui concerne les importations que les exportations, il importe de faciliter le développement d'un marché international structuré de l'hydrogène en euros. L'hydrogène étant un marché naissant, la Commission élaborera une **référence pour les transactions libellées en euros dans le domaine de l'hydrogène**, contribuant ainsi à consolider le rôle de l'euro dans les échanges d'énergie durable.

8. CONCLUSIONS

L'hydrogène renouvelable et bas carbone peut contribuer à la réduction des émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2030 et à la relance de l'économie de l'UE, et constitue un élément essentiel pour parvenir à une économie «zéro pollution» et neutre pour le climat en 2050, en remplaçant les combustibles et les matières premières fossiles dans les secteurs difficiles à décarboner. L'hydrogène renouvelable offre également une occasion unique pour la recherche et l'innovation, pour le maintien et l'expansion de la prééminence technologique de l'Europe et pour la création de croissance économique et d'emplois tout au long de la chaîne de valeur et dans l'ensemble de l'Union.

Cela nécessite des politiques ambitieuses et bien coordonnées aux niveaux national et européen, ainsi qu'une action diplomatique sur l'énergie et le climat avec les partenaires internationaux. Cette stratégie associe différents volets de l'action politique, couvrant l'ensemble de la chaîne de valeur, et réunit les aspects liés à l'industrie, au marché et à l'infrastructure avec la perspective de la recherche et de l'innovation et la dimension internationale, afin de créer un environnement propice à l'intensification de l'offre et de la demande d'hydrogène aux fins d'une économie neutre pour le climat. La Commission invite le Parlement, le Conseil, les autres institutions de l'UE, les partenaires sociaux et toutes les parties prenantes à débattre de la manière d'exploiter le potentiel que recèle l'hydrogène pour décarboner notre économie tout en la rendant plus compétitive, en s'appuyant sur les actions définies dans la présente communication.

ACTIONS CLÉS

Un programme d'investissement pour l'UE

- Par l'intermédiaire de l'**alliance européenne pour un hydrogène propre**, mettre au point un programme d'investissement visant à stimuler le déploiement de la production et de l'utilisation de l'hydrogène et constituer une réserve concrète de projets (d'ici à la fin de 2020).
- Soutenir les **investissements stratégiques** dans le domaine de l'hydrogène propre dans le cadre du plan de relance de la Commission, en particulier dans le cadre du **volet «investissements européens stratégiques» d'InvestEU** (à partir de 2021).

Stimuler la demande et accroître la production

- Proposer des mesures visant à faciliter l'utilisation de l'hydrogène et de ses dérivés dans le secteur des transports, dans le cadre de la future **stratégie en faveur d'une mobilité durable et intelligente** de la Commission et dans les initiatives politiques connexes (2020).
- Étudier des **mesures de soutien supplémentaires, y compris des politiques axées sur la demande dans les secteurs d'utilisation finale**, en faveur de l'hydrogène renouvelable, sur la base des dispositions existantes de la directive sur les énergies renouvelables (d'ici à juin 2021).
- Œuvrer à introduire un(e) seuil/norme commun(e) en matière de faible émission de carbone pour la promotion des installations de production d'hydrogène sur la base de leurs performances en matière d'émissions de gaz à effet de serre tout au long de leur cycle de vie (d'ici à juin 2021).
- Œuvrer à introduire **une terminologie exhaustive et des critères à l'échelle européenne pour la certification** de l'hydrogène renouvelable et bas carbone (d'ici à juin 2021).
- Développer un système pilote — de préférence au niveau de l'UE — pour un **programme de contrats d'écart compensatoire appliqués au carbone**, notamment pour soutenir la production d'acier bas carbone et circulaire, et de produits chimiques de base.

Concevoir un cadre d'action favorable et de soutien, des régimes de soutien, des règles du marché et des infrastructures

- Entamer la **planification d'infrastructures pour l'hydrogène**, notamment dans les réseaux transeuropéens d'énergie et de transport et dans les plans décennaux de développement du réseau (TYNDP) (2021), en prévoyant également la planification d'un réseau de stations de ravitaillement.
- Accélérer le **déploiement de différentes infrastructures de ravitaillement** dans le cadre de la révision de la directive sur l'infrastructure pour carburants alternatifs et de la révision du règlement sur le réseau transeuropéen de transport (2021).
- Élaborer des **règles de marché propices au déploiement de l'hydrogène**, notamment en supprimant les obstacles au développement d'infrastructures efficaces pour l'hydrogène

(par exemple en pratiquant des réaffectations) et garantir l'accès aux marchés liquides pour les producteurs d'hydrogène et leurs clients ainsi que l'intégrité du marché intérieur du gaz, au moyen des futurs réexamens de la législation (par exemple, le réexamen de la législation sur le gaz en vue de marchés concurrentiels du gaz décarboné) (2021).

Promouvoir la recherche et l'innovation dans le domaine des technologies de l'hydrogène

- Lancer un **appel à propositions pour un électrolyseur de 100 MW et pour des aéroports et des ports verts** dans le cadre de l'appel relatif au pacte vert pour l'Europe au titre d'«Horizon 2020» (T3 2020).
- Mettre en place le **partenariat pour un hydrogène propre** proposé, en mettant l'accent sur la production, le stockage, le transport, la distribution et les composants essentiels de l'hydrogène renouvelable, en vue d'utilisations finales prioritaires de l'hydrogène propre à un prix compétitif (2021).
- Piloter le développement de **projets pilotes clés à l'appui des chaînes de valeur de l'hydrogène**, en coordination avec le plan SET (à partir de 2020).
- Faciliter la démonstration de technologies innovantes fondées sur l'hydrogène en lançant des appels à propositions au titre du **Fonds pour l'innovation du SEQE** (premier appel lancé en juillet 2020).
- Lancer un appel pour une action pilote concernant **l'action interrégionale en matière d'innovation au titre de la politique de cohésion** dans le domaine des technologies de l'hydrogène dans les régions à forte intensité de carbone (2020).

La dimension internationale

- Renforcer la **prééminence de l'UE dans les enceintes internationales en matière de normes techniques, de règlements et de définitions** concernant l'hydrogène.
- Développer la **mission relative à l'hydrogène** dans le cadre du prochain mandat de «Mission Innovation» (MI2).
- Promouvoir la coopération avec **les pays partenaires du voisinage méridional et oriental et les pays de la Communauté de l'énergie**, notamment l'Ukraine, dans le domaine de l'électricité et de l'hydrogène renouvelables.
- Mettre en place un **processus de coopération en matière d'hydrogène renouvelable avec l'Union africaine** dans le cadre de l'initiative Afrique-Europe pour l'énergie verte.
- Définir une **référence pour les transactions libellées en euros** (d'ici à 2021).