

Fiche : « Hydrogène »

L'hydrogène (H₂) est produit soit par reformage du gaz naturel (95% de la production actuelle), par électrolyse de l'eau ou par gazéification de la biomasse ou de déchets. **Différents modes de production permettent à l'hydrogène d'être « renouvelable » et/ou « bas carbone », et ainsi de répondre aux enjeux de transition énergétique :**

- à partir d'énergie renouvelable (électricité renouvelable, biomasse) ou d'électricité bas-carbone (pour l'électrolyse) ;
- en couplage avec les technologies de captage et stockage du CO₂ (pour le reformage et la gazéification) ;
- par la décomposition thermique du méthane¹.
- En coproduction (par électrolyse de saumure par exemple)

Portée par les capacités d'innovation de grands fleurons industriels et un tissu de PME et de start-ups foisonnant, la filière hydrogène française bas carbone et renouvelable dispose de **compétences clés, ancrées dans les territoires, pour décarboner de nombreux secteurs économiques**, notamment **l'industrie, la mobilité et l'ensemble des usages raccordés aux réseaux de gaz** lorsque l'hydrogène y est injecté.

Si les pouvoirs publics affichent depuis quelques années une ambition croissante pour cette filière, comme l'illustre le plan de déploiement de l'hydrogène pour la transition énergétique de juin 2018, la loi Energie et climat de novembre 2019 (et plus récemment le « Pacte productif 2025 », qui devrait figurer dans le plan de relance post-COVID), **son développement reste toutefois conditionné à des facteurs technico-économiques (compétitivité économique par rapport aux solutions carbonées, mécanismes de soutien) et politiques (ambitions nationales, acceptabilité sociale) qui seront déterminants pour son avenir.**

→ Quels usages de l'hydrogène bas carbone et renouvelable ?

L'hydrogène répond à trois grands usages dans le cadre de la transition énergétique, en complément des autres gaz renouvelables et plus généralement des autres énergies renouvelables et des solutions de décarbonation :

- **Comme vecteur de décarbonation des usages actuels de l'industrie, en lien avec l'objectif de la PPE de 10% d'hydrogène décarboné en 2023² :**
 - Il existe des opportunités prometteuses de consommation d'hydrogène renouvelable ou bas carbone dans des centres industriels qui **produisent ou consomment déjà de l'H₂, tels que des raffineries, des sites de production d'ammoniac ou des aciéries**. Cela contribuera à accélérer la transition énergétique des industries françaises et à pérenniser leur activité.
 - L'hydrogène peut être utilisé pour produire (en combinaison avec du dioxyde de carbone) du méthane de synthèse, par un procédé de méthanation. En complément du biométhane, **le méthane de synthèse est une source supplémentaire pour décarboner les usages actuels du gaz naturel**.
 - L'hydrogène fait aussi partie des solutions pour décarboner **la production de chaleur à haute température à usage industriel** (acier, ciment notamment). Son utilisation

¹ Le craquage du méthane ou la pyrolyse permettent de décomposer la molécule de méthane en dihydrogène et carbone solide, donc sans émission de CO₂ dans l'atmosphère

² 20 à 40% en 2030 dans la loi Energie Climat.

dans des usines de **production d'électricité** est d'ores et déjà possible mélangé avec du méthane. Les industriels du secteur travaillent actuellement sur des pilotes 100% hydrogène pour 2030.

- **Comme solution pour décarboner la mobilité et** améliorer la qualité de l'air dans les zones urbaines, éligible aux zones à faibles émissions (ZFE) mises en place par la loi d'Orientation des mobilités³ :
 - **Lourde (transport ferroviaire, maritime, fluvial, bus, camions, bennes à ordures ménagères)** : l'utilisation d'H₂ contribuera à la transition vers des solutions bas carbone et renouvelables pour des secteurs très émetteurs de CO₂ aujourd'hui.
 - **Légère** : l'hydrogène, stockable et transformable en électricité par pile à combustible, permet une autonomie bien plus importante et une recharge plus rapide que la batterie pour alimenter des véhicules électriques.
- **Comme solution contribuant à l'intégration des énergies renouvelables électriques intermittentes** :

Dans certaines configurations, à court terme, la production d'hydrogène par électrolyse permettra d'offrir une solution complémentaire de flexibilité pour faciliter l'intégration locale des énergies renouvelables électriques. Dans ces situations, l'injection d'hydrogène dans les infrastructures de gaz peut avoir du sens en apportant une valorisation complémentaire aux usages directs de l'hydrogène tout en permettant de décarboner les usages raccordés aux réseaux de gaz.

- A plus long terme⁴, pour gérer d'éventuels déséquilibres entre offre et demande sur l'année, tout en maximisant la valorisation de l'énergie renouvelable intermittente produite, l'injection d'hydrogène dans le réseau de gaz permet d'utiliser la flexibilité du réseau et ses capacités de stockage.

[→ Des solutions intégrées sur le territoire, de la production à la consommation : les « hubs territoriaux » ou « corridors »](#)

Sur l'ensemble du territoire national, l'hydrogène bas carbone et renouvelable fait l'objet de plusieurs projets de développement, rassemblant collectivités et industriels. Vecteur d'emplois⁵ et de réduction des émissions de gaz à effet de serre, la filière H₂ permet de produire et de consommer une offre d'hydrogène locale et renouvelable/bas carbone, développée à partir d'infrastructures existantes, capable de répondre à la diversité des besoins énergétiques locaux.

[Exemples de projets territoriaux :](#)

- **Hauts-de-France**

Projet GRHYD

-Porteurs : Engie, GRDF, Ademe, CUD, Tenerrdis, CEA, Ineris, Cetiart, AREVA H2Gen, McPhy Energy
-Lancé en 2014 et financé par l'ADEME au titre des investissements d'avenir. Démonstration terrain achevée le 30 mars 2020.

³ Loi n° 2019-1428 du 24 décembre 2019 d'orientation des mobilités

⁴ RTE 2020 « La transition vers un hydrogène bas carbone. Atouts et enjeux pour le système électrique à l'horizon 2030-2035 »

⁵ 40 000 emplois à horizon 2030, selon l'étude prospective des acteurs de la filière et du cabinet d'études McKinsey&Company « Développons l'Hydrogène pour l'économie française », 2018

-Axe : injection d'hydrogène dans les réseaux / power-to-gas. Injection de 6 à 20% d'hydrogène en volume dans les réseaux en mélange avec le gaz naturel dans le réseau de distribution d'un quartier neuf à Cappelle la Grance (Dunkerque).

Projet « H²DF »

-Porteurs : Engie, Storengy, Caisse des dépôts, Région Hauts-de-France.

-Fait suite à la labellisation « Territoires Hydrogène » obtenue en 2016 par la Région en partenariat avec Engie Cofely et le Pôle Energie 2020 principalement sur deux axes :

-Axes : mobilité terrestre. Distribution de l'hydrogène pour des bus full H₂, des bus à 5% d'H₂ injectés dans le GNV, des véhicules utilitaires légers, des véhicules sanitaires (berlines).

- **Provence-Alpes-Côte d'Azur**

Projet Hynovar (Toulon)

-Porteurs : Air liquide, EDF, Engie, SNCF, AP2E, Areva SE, CEA, CMR Group, Cybernetix,

-Axes : mobilité terrestre. Navette maritime de 200 passagers, bus et véhicules légers (dont des utilitaires)

Projet HyGreen Provence (Manosque) : projet combinant PV, électrolyse autour d'un stockage souterrain existant pour créer un hub territorial

-Porteurs : DLVA, Engie, Storengy, Air Liquide, Géométhane.

-Axes : mobilité, industrie, stockage en cavité saline, injection réseau.

Démonstrateur « Jupiter 1000 » de power-to-gas (Fos-sur-Mer).

-Porteurs : GRTGaz, Ademe, Région PACA.

-Axes : captage de CO₂ industriel, injection dans le réseau de gaz en mélange et par méthanation et mobilité.

- **Centre-Val-de-Loire**

Démonstrateur « Méthycentre » de power-to-gas couplé à une unité de méthanisation : production sur le même site de trois gaz verts : hydrogène, biométhane et méthane de synthèse. Il est prévu d'injecter le biométhane et le méthane de synthèse sur le réseau de distribution et d'utiliser 10% de l'hydrogène produit pour la mobilité.

-Porteurs : Storengy (Engie). Partenaires : Areva H₂Gen, Prodeval, CEA, Khimod, Ademe McPhy (EDF)

-Axes : stockage d'énergie et mobilité

Projet de Mobilité pour alimenter les camions de Vicat (Grenoble), des véhicules de logistique urbaine locaux, des véhicules utilitaires en partenariat avec le Groupe VICAT et Hynamics.

-Porteur : Hynamics (EDF).

-Axe : mobilité.

- **Bourgogne Franche Comté**

Projet Dijon Métropole Smart Energy : installation d'un électrolyseur s'appuyant sur l'électricité d'une unité de valorisation énergétique, et d'une station H₂, pour alimenter une flotte de 9 bennes à ordures ménagères, de six véhicules utilitaires légers et camions, plus de 20 bus.

-Porteurs : Dijon Métropole/ Rougeot Energies / Hynamics (EDF) ; KEOLIS.

-Axes : logistique et mobilité.

- **Auvergne-Rhône-Alpes**

Projet Zero Emission Valley (ZEV) – pour le déploiement de la mobilité hydrogène en France.

-Porteurs : Région AURA, ENGIE, Michelin.

-Axes : mobilité (1000 véhicules et 20 stations).

Démonstrateur : HYPSTER de stockage d'hydrogène en cavité saline, pour répondre aux besoins de stockage semi-centralisé

-Porteurs : Storengy

-**Axes : stockage H₂, industrie et mobilité**

- **Vendée / Pays de Loire**

Projet H2LV

-Porteurs : Hynamics (EDF) en partenariat avec le SYDELA, la CDC, la Région PDL, Neopolia, Grand Port de St Nazaire, Europe Technologie.

-**Axes : développement d'un écosystème dans l'estuaire de la Loire pour alimenter des usages maritimes, fluviaux, portuaires et mobilité terrestre.**

- **Nouvelle-Aquitaine**

Projet Hygé

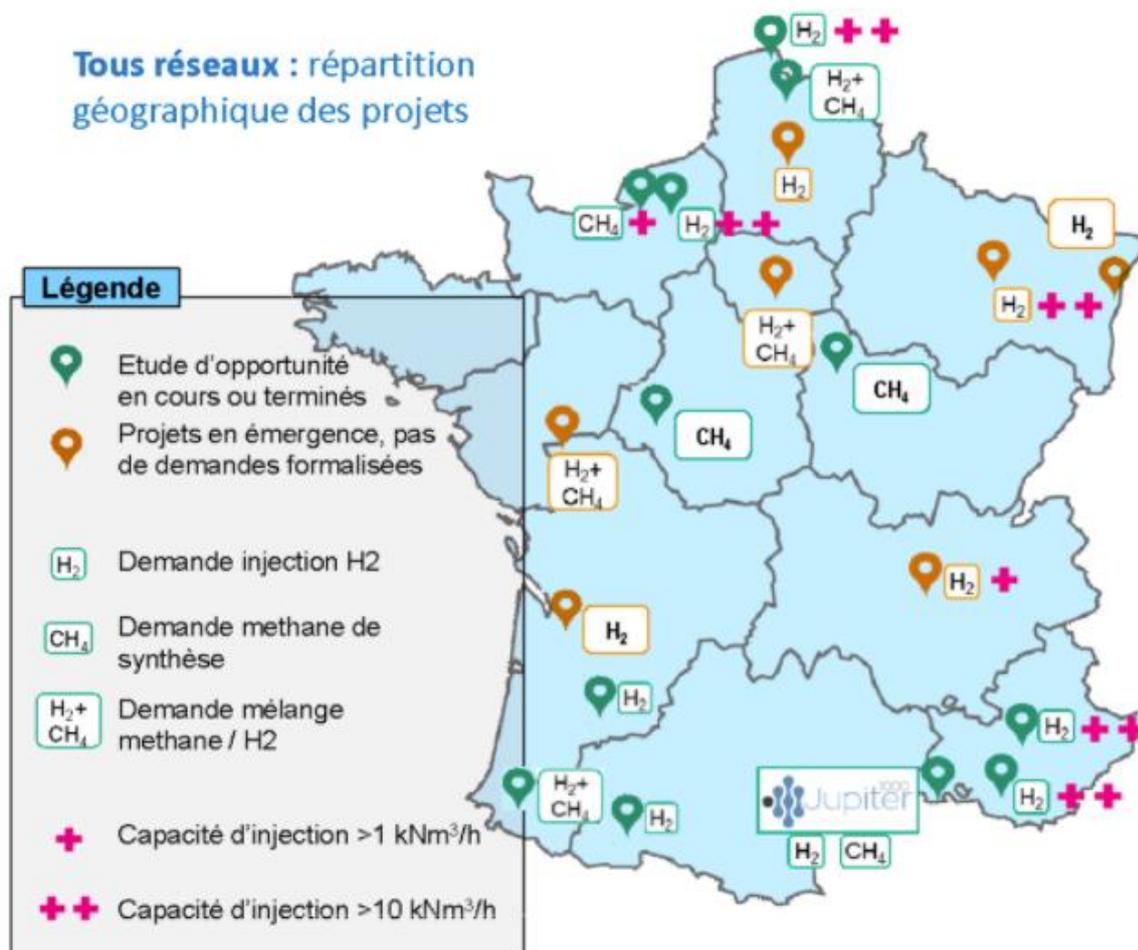
-Porteurs : HDF, BRGM et Teréga avec le soutien de la Région Nouvelle-Aquitaine.

-**Axes : stockage d'hydrogène en cavité saline pour usage Power-to-Power.**

Projet CO2Meth

- Porteurs : Teréga avec le soutien de la CRE et de la Région Nouvelle-Aquitaine

- **Axe : méthanation biologique de dihydrogène et de dioxyde de carbone et injection sur les réseaux de transport de gaz naturel.**



Principaux projets de production d'hydrogène en France ayant fait une demande d'étude du raccordement aux réseaux de gaz

Les infrastructures gazières : un atout économique pour le développement de l'hydrogène sur l'ensemble du territoire.

-Les infrastructures gazières sont capables de transporter de l'énergie sur de longues distances avec des pertes très faibles.

-Elles peuvent également acheminer et délivrer à un instant T de très grandes quantités d'énergie et permettent de faire face à une demande d'énergie très variable dans le temps.

-L'offre et la demande n'ont pas besoin d'être équilibrées à tout instant sur le réseau gazier, qui bénéficie d'une flexibilité intrinsèque grâce au réglage de la pression, parfaitement maîtrisé par les gestionnaires de réseaux (stock en conduite).

-Les infrastructures de gaz naturel disposent d'une capacité massive de stockage inter-saisonnier, sans équivalent (~130 TWh).

-Le réseau de gaz naturel, via ses plus de 200 000 km, dessert largement le territoire national.

Propositions pour le développement de la filière hydrogène

➤ Concernant la filière de production :

Soutien à l'offre

- **L'AFG soutient l'élection de la filière hydrogène au titre de « marché émergent prioritaire » pour la France dans le cadre du Pacte Productif 2025. Dans la perspective du futur plan de relance et de relocalisation, elle appelle les pouvoirs publics à confirmer cette attention portée à la filière hydrogène française.**
 - La France est en effet très bien positionnée le long de la chaîne de valeur ; dans le domaine du développement et de la fabrication d'équipements pour la production, la distribution, le stockage et l'acheminement de l'hydrogène⁶.
 - Le développement de l'hydrogène renouvelable et bas carbone devra aussi compter sur le niveau européen. La Commission européenne a notamment réaffirmé son soutien à l'hydrogène renouvelable et bas carbone comme composante du « Green Deal » et de la « Smart Sector Integration » et annoncé une « Alliance pour l'hydrogène propre », afin de se coordonner avec les acteurs de l'industrie.
- **L'AFG appelle à poursuivre les actions de R&D menées en France pour accompagner le développement de la filière. Nos voisins européens avancent également dans cette voie, à travers notamment l'institution de plans de développement massifs :**
 - Février 2020 : le régulateur de l'énergie britannique (Ofgem) a dévoilé ses plans pour atteindre la neutralité carbone. Parmi eux, le financement d'usines de production hydrogène bas carbone et renouvelable est prévu. Les débouchés de l'hydrogène sont nombreux en Grande-Bretagne et concerneront principalement la filière chauffage et la mobilité.
 - Mars 2020 : les Pays-Bas ont présenté leur plan pour faire de « l'hydrogène vert un élément important du futur système énergétique néerlandais ». Afin de stimuler la demande au niveau européen, ils proposent d'imposer une part obligatoire d'hydrogène dans les réseaux de gaz de 2 %, progressivement portée à 10 ou 20 %. Ils appellent également à la mise en place de certifications pour garantir l'absence de CO₂.
 - Avril 2020 : l'Allemagne a annoncé le lancement d'un grand plan stratégique de développement de l'hydrogène sur dix ans pour décarboner les transports lourds, l'industrie et le chauffage, en substitution des plans carburants fossiles (10mds€).
- **L'AFG défend la mise en place d'un mécanisme ambitieux de soutien au déploiement de l'hydrogène renouvelable et bas carbone, tel que prévu dans la loi Energie Climat, pour compenser l'écart de coût avec la production conventionnelle d'hydrogène et faire face à l'intensification de la compétition internationale (notamment vis-à-vis de la Chine et de nos voisins européens).**
 - Le soutien au développement de la filière hydrogène doit se faire concomitamment au soutien accordé aux autres gaz renouvelables et bas carbone, comme le biométhane ; piliers complémentaires de la transition dans le mix énergétique et du couplage des réseaux de gaz et d'électricité.

⁶ Etude prospective des acteurs de la filière et du cabinet d'études McKinsey&Company « Développons l'Hydrogène pour l'économie française », 2018

- **L'AFG appelle à développer les appels à projets pour l'hydrogène renouvelable et bas carbone, qui permettent de faire émerger des projets territoriaux, combinant des voies de valorisation complémentaires, portées par les collectivités locales et les pôles de compétitivité régionaux.** L'AMI « Projets innovants d'envergure européenne ou nationale sur la conception, la production et l'usage de systèmes à hydrogène », lancé par le gouvernement le 27 janvier 2020, doit permettre de préciser le cadre et l'enveloppe du soutien nécessaire à la filière.
 - **Des appels à projets avec compléments de rémunération** basés sur plusieurs critères (comme la compétitivité des offres, l'impact en termes industriels, l'impact en termes de décarbonation et le contenu renouvelable des projets) pourraient être un instrument efficace.
- **L'AFG appelle à tenir compte du potentiel de la diversité des solutions de production d'hydrogène**, en tenant compte de la source d'énergie (selon qu'elle est renouvelable/bas carbone ou non) et de l'empreinte carbone.
- **L'AFG est favorable à ce que la traçabilité de la production hydrogène intègre les dispositions suivantes :**
 - **une traçabilité par un système de garanties d'origine (GO)**, quel que soit le mode de transport de l'hydrogène et son utilisation, et notamment lorsque l'hydrogène est injecté, en mélange ou après méthanation, dans les réseaux de gaz. Une évaluation du bilan carbone global de la solution devra être instauré pour favoriser la mise en place de chaînes vertueuses et une bonne information des consommateurs.
 - **une distinction correspondant aux différentes catégories d'hydrogène :**
 - hydrogène bas carbone d'origine **renouvelable**
 - hydrogène **bas carbone**
- **L'AFG considère que la détermination d'un seuil bas carbone pour l'hydrogène doit se faire en cohérence avec les critères de réduction de GES prévus par RED II.**

Soutien à la demande

- **L'AFG considère qu'un client bénéficiant d'une GO hydrogène doit pouvoir faire valoir cette GO dans le cadre de ses obligations au titre de l'ETS. Dans le cas contraire, un client industriel n'aura aucune incitation à acheter de l'hydrogène renouvelable ou bas carbone.**
 - « La révision des règles MRV (monitoring, reporting & vérification) relatives à l'ETS est prévue en 2020. Il serait utile que la nouvelle MRV reconnaisse la fourniture de gaz renouvelable ou bas carbone dans le sens suivant : quand une industrie est fournie en biométhane ou H₂ renouvelable ou bas carbone et dispose d'une GO associée à cette fourniture, l'industrie en question peut l'inclure dans son monitoring et reporting ETS, et ainsi réduire ses émissions de gaz à effet de serre. »

➤ **Concernant l'intégration de l'hydrogène dans les infrastructures existantes :**

- **L'infrastructure gazière est capable d'intégrer des quantités significatives d'hydrogène à des coûts limités d'adaptation, à condition d'anticiper dès à présent l'adaptation des infrastructures et des usages aval** (notamment en termes de « normalisation »). C'est pourquoi l'AFG recommande d'introduire une cible européenne de compatibilité des équipements et des infrastructures de gaz à l'hydrogène : 10% de teneur en hydrogène⁷ dans la composition du gaz en 2030 et 20% au-delà.

⁷ En volume

- **L'AFG appelle à considérer la voie injection d'hydrogène dans les réseaux comme une voie complémentaire à d'autres vecteurs de valorisation (autoconsommation, transport par camion) pour accélérer la décarbonation du mix énergétique français.** Le rapport des opérateurs de réseaux⁸ sur « les conditions techniques et économiques d'intégration de l'hydrogène dans les infrastructures de gaz » identifie à ce titre une liste de dix leviers d'action prioritaires pour les pouvoirs publics. Parmi lesquels :
 - Levier 2 : Missionner les opérateurs pour une action coordonnée et partagée de l'effort de R&D sur l'ensemble des voies techniques d'injection – mélange, méthanation - et assurer la prise en charge des coûts correspondants dans leurs modèles économiques régulés dans le cadre des processus existants.
 - Levier 4 : Animer un « groupe de travail injection hydrogène » regroupant les acteurs de la chaîne gazière et les services de l'État, en lien avec les producteurs d'hydrogène, pour faciliter la mise en œuvre des premiers projets d'injection.
 - Levier 7 : Intégrer aux exercices prospectifs sur le mix énergétique le rôle des infrastructures gaz dans le développement de l'hydrogène et mettre en place un programme de travail spécifique sur le couplage des réseaux gaz et électricité.
 - Levier 8 : Définir et mettre en place un cadre favorable pour l'expérimentation du développement et de l'exploitation des premiers hubs territoriaux 100% hydrogène.
- **L'AFG appelle à poursuivre les efforts engagés par les pouvoirs publics pour tenir compte des opportunités de court terme d'injection d'hydrogène dans les réseaux de gaz.** Les opérateurs de réseaux gaz sont aujourd'hui fortement sollicités par :
 - des producteurs d'électricité renouvelables qui, rencontrant certaines difficultés dans l'instruction de leur demande de raccordement sur le réseau électrique, s'intéressent fortement au Power to Gas (qui permet de produire et stocker sous forme gazeuse de l'électricité renouvelable excédentaire) ;
 - des producteurs d'hydrogène bas carbone qui ciblent des productions importantes d'hydrogène pour optimiser les coûts (100 MW et plus) ;
 - des producteurs d'hydrogène co-produit qui souhaitent valoriser cette molécule qui ne l'est pas aujourd'hui.

[Focus Europe](#)

- **L'AFG soutient une révision du règlement européen « Trans-European Network » (TEN-E) sur les réseaux européens d'énergies permettant à des projets facilitant le développement et l'intégration d'hydrogène renouvelable ou bas carbone de devenir des projets d'intérêt commun (PCI) et de devenir éligibles à des soutiens européens.**
 - Il s'agit, par exemple, de projets d'installation de Power to Gas, d'ouvrages de raccordement de producteurs d'hydrogène, ou encore l'adaptation de l'infrastructure existante à l'hydrogène. Les critères pour l'éligibilité au statut PCI doivent prendre plus directement en compte la contribution à la décarbonation (par l'intégration de gaz renouvelables et bas-carbone dans le marché européen) ainsi que les externalités associées.
 - **Plus généralement, la révision prévue du règlement TEN-E pourrait envisager de flécher certains fonds prévus pour soutenir les projets transfrontaliers vers d'autres initiatives plus locales (portées notamment les collectivités territoriales) de gaz renouvelables ou bas carbone et d'intégration de ces gaz dans les réseaux.**

⁸ Rapport juin 2019 : Conditions techniques et économiques d'injection d'hydrogène dans les réseaux de gaz naturel

- **L'AFG appelle à accroître la coordination des plans de développement d'infrastructures tant européens (TYNDP⁹) que nationaux. Cela permettra d'optimiser les couplages entre réseaux électriques et gaziers, nécessaires à la transformation du système énergétique ; l'hydrogène étant un des vecteurs de couplage des énergies.**
 - Une approche holistique reposant sur le principe de neutralité technologique doit prévaloir pour permettre les choix d'investissement les plus pertinents parmi les options disponibles (ligne électrique, installation de « power to gas », utilisation d'infrastructures gazières existantes...) et concilier les aspects économiques et sociétaux, les impacts environnementaux, tout en assurant une robustesse selon le chemin de transition énergétique retenu.



⁹ Le « Ten-Year Network Development Plan » (TYNDP) fournit une vue d'ensemble de l'infrastructure gazière européenne et de ses développements futurs, et cartographie le réseau gazier intégré selon une série de scénarios de développement.