



La nécessité d'une économie européenne de l'hydrogène

Notre vision pour un modèle intégré
et durable du marché de l'hydrogène

Avril 2022

CGI



Table des matières

L'hydrogène est essentiel à la démarche consistant à atteindre la neutralité climatique	4
Qu'est-ce que l'hydrogène?	6
Potentiel du marché de l'hydrogène	8
Notre vision d'un avenir axé sur l'hydrogène	12
Développer une chaîne d'approvisionnement en hydrogène vert	12
Comment y parvenir?	15
Conception d'un modèle de marché de l'hydrogène	16
À votre service en tant que partenaire de transformation numérique	19
Références	20

L'hydrogène est essentiel à la démarche consistant à atteindre la neutralité climatique

En tant que société, nous sommes engagés dans une course existentielle pour réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) et atteindre la neutralité climatique. Les membres de l'Union européenne (UE) ont accepté et signé l'Accord de Paris¹ pour maintenir l'augmentation de la température mondiale sous 2 degrés Celsius par rapport au niveau de 1990. D'ici 2030, l'Europe entend réduire davantage ses émissions de GES, soit de plus de 55 %, et devenir neutre sur le plan climatique d'ici 2050.²

La croissance des énergies renouvelables et des ressources énergétiques distribuées comme les panneaux solaires, les unités de production d'énergie éolienne et les batteries de stockage change rapidement toute la chaîne de valeur énergétique, et le rythme ne fait qu'accélérer. Les habitudes de consommation et de production de plus en plus imprévisibles rendent plus difficile l'appariement de l'offre et de la demande. De plus, l'électrification croissante et la nécessité de transporter et de distribuer l'énergie dépasseront la capacité de nos réseaux. Outre l'élimination progressive de l'utilisation du gaz naturel dans certains pays, le transport de l'énergie de l'endroit où elle est produite vers celui où elle est nécessaire sera l'un des principaux défis de l'industrie.

Il est impossible de prévoir avec précision ce à quoi ressemblera notre futur système énergétique. Nous voyons des scénarios allant 1) d'une demande d'énergie réduite orchestrée à l'échelle régionale et d'une production communautaire fortement distribuée, décentralisée et locale stimulée par les prosommateurs à une extrémité à 2) une approche coordonnée au niveau international faisant appel à des technologies déployées à grande échelle et à faibles émissions de carbone (p. ex. installations de stockage de grande taille et parcs éoliens en mer) doublée d'une forte dépendance à l'égard des réseaux de transport et de distribution à extrémité³.



D'ici 2030,

l'Europe vise à réduire davantage ses émissions de GES, soit de plus de 55 %, et

d'ici 2050,

à atteindre la neutralité climatique

Source: [Commission européenne](#)

Du secteur industriel à la mobilité, en passant par le chauffage résidentiel, le transport de l'énergie et l'équilibre du réseau électrique, chaque secteur cherche d'autres moyens de réduire son empreinte de GES et ses dépendances aux combustibles fossiles. Pour y parvenir, nous devons faire preuve d'une grande souplesse dans notre système énergétique global. Cela implique également des changements importants et coûteux dans l'infrastructure. Il nous faut impérativement mettre en œuvre des solutions intelligentes pour répondre à nos besoins énergétiques tout en limitant nos coûts.

L'hydrogène, en particulier l'hydrogène vert, semble prometteur dans le cadre de la solution pour atteindre les objectifs climatiques et réduire les émissions de GES dans plusieurs secteurs d'activité et marchés.

L'hydrogène peut être produit avec de l'énergie solaire ou éolienne (excédentaire) alors que la combustion de l'hydrogène ne produit que de l'eau et de l'énergie.

D'énormes investissements sont faits, mais de nombreuses étapes sont encore nécessaires pour réduire les coûts, accélérer la transformation numérique et faire évoluer le marché.

À titre de partenaire de la transformation numérique de l'économie de l'hydrogène, CGI s'engage à accélérer la transition énergétique en s'appuyant sur sa profonde expertise en matière de libéralisation du marché de l'énergie, de gestion des énergies renouvelables, de gestion des données d'actifs et de licence d'exploitation.

Dans cette étude, nous discutons du potentiel du marché pour l'hydrogène vert. Nous partageons également notre vision qui consiste à développer une chaîne d'approvisionnement en hydrogène vert et à adopter un modèle de marché de l'hydrogène mature et durable en Europe en tant que partie intégrante d'un écosystème énergétique complet.



Qu'est-ce que l'hydrogène?

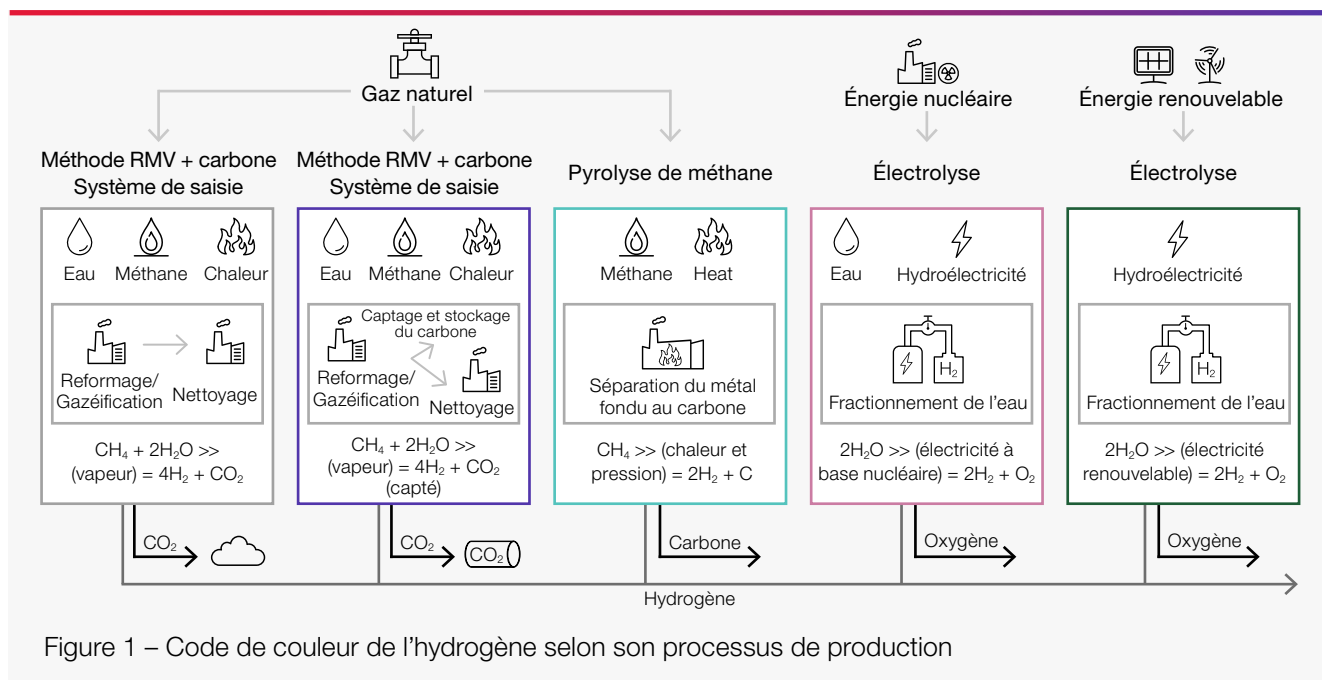
L'hydrogène est l'élément le plus léger et le plus abondant de l'univers. Il s'agit également d'un gaz explosif à combustion propre qui ne dégage que de l'eau (H_2O) et de l'énergie. Sous sa forme gazeuse, il contient plus d'énergie par unité de poids comparativement à tout combustible fossile.

Bien que le rapport énergie-poids de l'hydrogène soit élevé, son rapport énergie-volume est faible, ce qui nécessite l'élaboration de méthodes de stockage avancées pour améliorer la densité énergétique⁴.



Même si aucun CO_2 n'est libéré, cela ne signifie pas que tout va bien dans le meilleur des mondes. L'hydrogène, en tant que gaz, ne se trouve pas naturellement sur Terre. Ce n'est donc pas une source d'énergie que nous pouvons exploiter au même titre que l'eau ou le vent. L'hydrogène est un transporteur d'énergie qui doit être produit à partir d'autres sources.

En termes simples, l'hydrogène peut être employé pour stocker, déplacer et utiliser de l'énergie extraite à partir d'autres sources. Le processus de conversion détermine dans quelle mesure l'hydrogène est « propre ». Pour ce faire, l'industrie utilise des étiquettes de couleur pour distinguer les méthodes de production :



L'hydrogène gris

est produit au moyen de gaz naturel. La majeure partie de l'hydrogène est grise en ce moment⁵.

La méthode de production la plus courante est la méthode de reformage du méthane à la vapeur (RMV)⁶. Dans le cadre de ce procédé, le méthane (CH_4) réagit avec de la vapeur à haute température pour produire de l'hydrogène et libérer du CO_2 .

Les émissions de CO_2 qui en résultent ne sont pas captées.

L'hydrogène bleu

est produit de la même façon que l'hydrogène gris, mais les émissions de CO_2 sont captées et stockées.

La conversion de la production d'hydrogène gris en production d'hydrogène bleu peut constituer une étape intermédiaire de la réduction des émissions dans les secteurs qui s'appuient actuellement sur l'hydrogène gris.

L'hydrogène turquoise

est produit à l'aide d'un procédé appelé « pyrolyse » pour diviser le méthane en hydrogène et en carbone.

Ce procédé ne génère pas d'émissions de CO_2 et permet de créer deux produits précieux : l'hydrogène et le carbone solide.

Ce dernier peut être utilisé pour diverses applications comme la fabrication de pneus de voiture. Cette technologie est actuellement à la phase d'expérimentation⁷.

L'hydrogène rose

est produit par électrolyse en utilisant l'énergie nucléaire pour diviser l'eau en hydrogène et en oxygène. Aucun CO_2 n'est produit à l'aide de ce procédé.

Les produits de fission, qui représentent environ 4 % des sous-produits, sont des déchets nucléaires et doivent être éliminés⁸.

L'hydrogène vert

est produit par électrolyse en utilisant de l'électricité provenant d'énergies renouvelables pour diviser l'eau en hydrogène et en oxygène.

Aucun CO_2 n'est produit à l'aide de ce procédé.

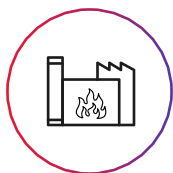
Potentiel du marché de l'hydrogène

En raison de sa polyvalence, l'hydrogène a le potentiel de réduire les GES dans différents secteurs d'activité et segments, notamment le secteur industriel, les services publics, le transport et le chauffage résidentiel.



Charge d'alimentation du secteur industriel

À l'heure actuelle, le secteur industriel représente la plus grande partie de la demande d'hydrogène; elle s'en sert comme matière première ou comme charge d'alimentation pour de nombreux procédés industriels tels que ceux mis en œuvre dans l'industrie chimique ou comme réactif pour l'élimination des impuretés. Cet hydrogène provient principalement de combustibles fossiles (c.-à-d. hydrogène gris). À titre d'étape intermédiaire, le secteur industriel peut d'abord passer à l'hydrogène bleu en captant le CO₂ à l'aide des installations de production d'hydrogène gris existantes. En parallèle, nous constatons des investissements importants dans la mise en place d'électrolyseurs à proximité de noyaux industriels (par exemple, par Shell⁹, BP¹⁰ et Total¹¹) pour assurer la transition vers l'hydrogène vert à plus long terme.



Chaleur industrielle

Les températures élevées sont souvent nécessaires à la fonte et au séchage dans le secteur de la production par processus, comme dans l'aciérie. Les solutions de rechange sans émission pour les températures moyennes (de 100 à 400 degrés Celsius) et élevées (>400 degrés Celsius) sont limitées, et l'hydrogène est la solution de rechange la plus prometteuse pour l'obtention d'une chaleur industrielle de haute qualité.

Étant donné la croissance de la production d'énergie renouvelable attribuable à l'augmentation des parcs solaires et éoliens en mer, les défis liés à l'équilibre entre la production et la consommation et au transport de l'énergie par le réseau électrique se multiplient. L'hydrogène peut contribuer à équilibrer le réseau et servir de système tampon en fournissant une production d'énergie souple, du stockage d'énergie à long terme et du transport d'énergie sur de longues distances.



Approvisionnement en électricité et transport

Le couplage sectoriel entre l'électricité et l'hydrogène deviendra de plus en plus pertinent à mesure que le besoin de services de flexibilité à grande échelle continuera d'augmenter. L'hydrogène a le potentiel de jouer un rôle important dans ce domaine. Il faudra toutefois remédier aux pertes de conversion. Chaque conversion entraîne une perte d'énergie. Compte tenu des technologies et des coûts actuels, il est difficile de faire une analyse de rentabilité lorsqu'une quantité importante d'énergie (verte) est perdue pendant la conversion et la reconversion. À l'avenir, lorsque l'énergie verte deviendra abondante ou que l'expansion de l'infrastructure électrique sera trop coûteuse, le sujet des pertes de conversion pourrait devenir non pertinent.



Mobilité

L'hydrogène à des fins de mobilité est un sujet complexe. En raison de son rapport énergie-poids élevé et de son rapport énergie-volume faible, l'hydrogène est une solution de recharge prometteuse pour le transport routier lourd et de longue distance ainsi que pour le transport maritime, ferroviaire et aérien. En ce qui concerne les voitures, les véhicules électriques à batterie (VEB) sont la voie à suivre grâce aux progrès réalisés en matière de technologie de batterie et d'infrastructure de recharge. Pour les cas d'utilisation particuliers (p. ex. taxis) ou des régions spécifiques, les véhicules électriques à pile à combustible constituent une solution de recharge intéressante.



Chauffage et électricité résidentiels

L'hydrogène est une option à faibles émissions de carbone pour la décarbonisation des bâtiments. Dans un premier temps, l'hydrogène peut être mélangé au gaz naturel existant pour réduire les émissions de CO₂. À plus long terme, on peut utiliser des piles à combustible pour chaleur et puissance combinées (FC-CHP) et des chaudières pour le chauffage.

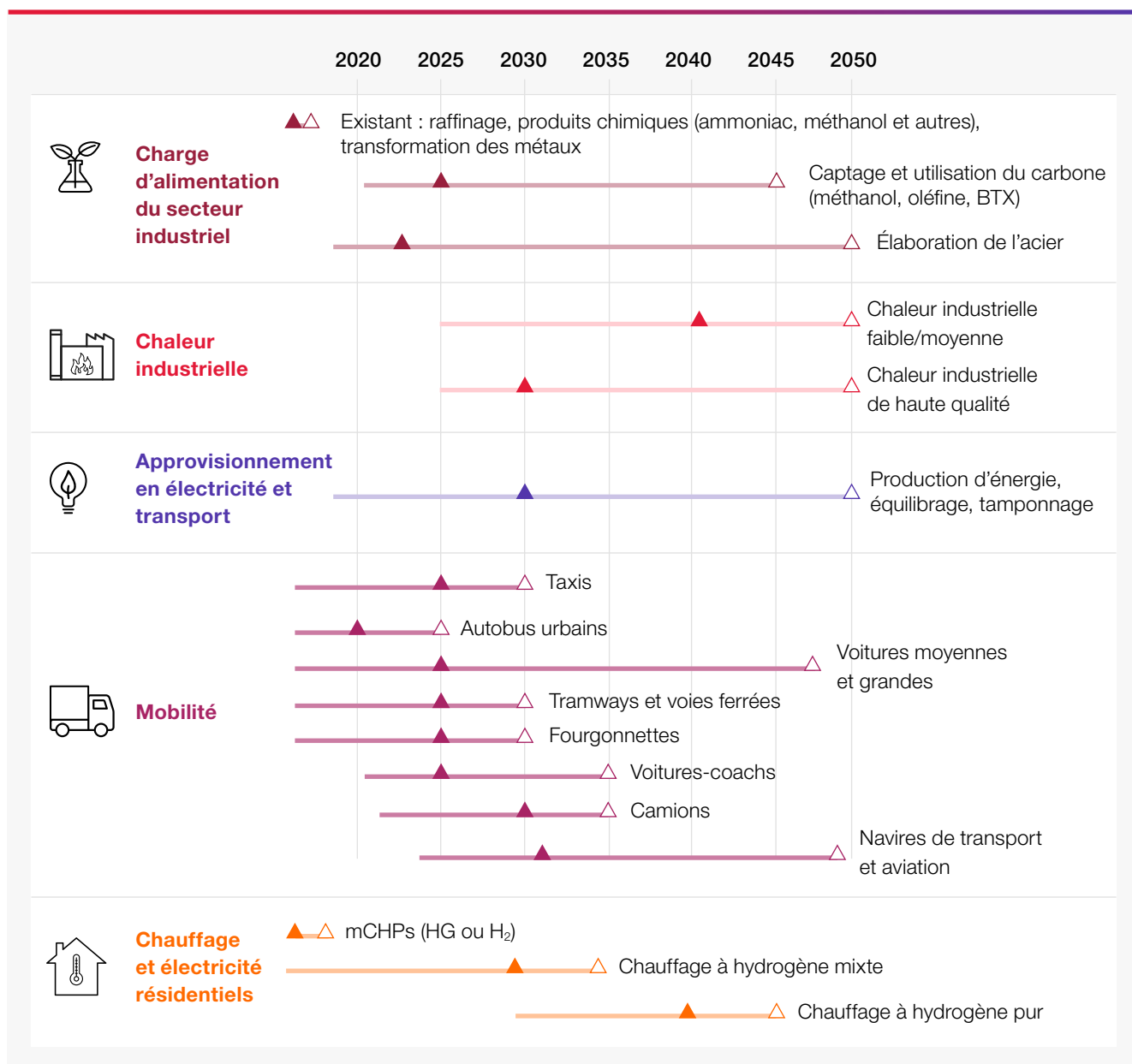


L'un des principaux défis est le coût substantiel de l'électricité nécessaire pour produire, comprimer, stocker et transporter l'hydrogène. Le succès et la rapidité de l'adoption de l'hydrogène dans différents marchés résident dans notre capacité à optimiser la chaîne d'approvisionnement en hydrogène afin de réduire le coût.

Le rythme d'adoption de l'hydrogène dans ces différents marchés sera différent, comme le montre la Feuille de route de l'hydrogène du Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking (FCH-JU) (figure 2).

Étant donné que le secteur industriel représente actuellement la majeure partie de la demande en hydrogène, il y a beaucoup de possibilités pour le passage à des solutions de recharge à l'hydrogène à faibles émissions de carbone comme première phase.

La mobilité constitue une prochaine étape possible, surtout pour le transport routier lourd et de longue distance. La phase finale pourrait mettre l'accent sur le chauffage et l'électricité résidentiels à base d'hydrogène et sur le jumelage avec le secteur de l'électricité pour aider à résoudre les problèmes de congestion et équilibrer l'offre et la demande.



Source : Hydrogène – Europe/FCH-JU, Feuille de route de l'hydrogène pour l'Europe (2019)

Figure 2 – Feuille de route de l'hydrogène pour l'Europe (source – FCH-JU)

- ▲ Scénario ambitieux, ventes sur le marché > 1 %
- △ Utilisation habituelle, ventes sur le marché > 1 %
- Début de la commercialisation

Notre vision d'un avenir axé sur l'hydrogène

Développer une chaîne d'approvisionnement en hydrogène vert

Pour atteindre les objectifs climatiques de l'Europe en 2050, il faut développer et mettre en œuvre une chaîne d'approvisionnement en hydrogène vert dans laquelle l'hydrogène est principalement produit à partir d'énergies renouvelables à grande échelle. Différents scénarios sont envisageables ici, allant d'une approche très distribuée à une approche hautement coordonnée et intégrée.

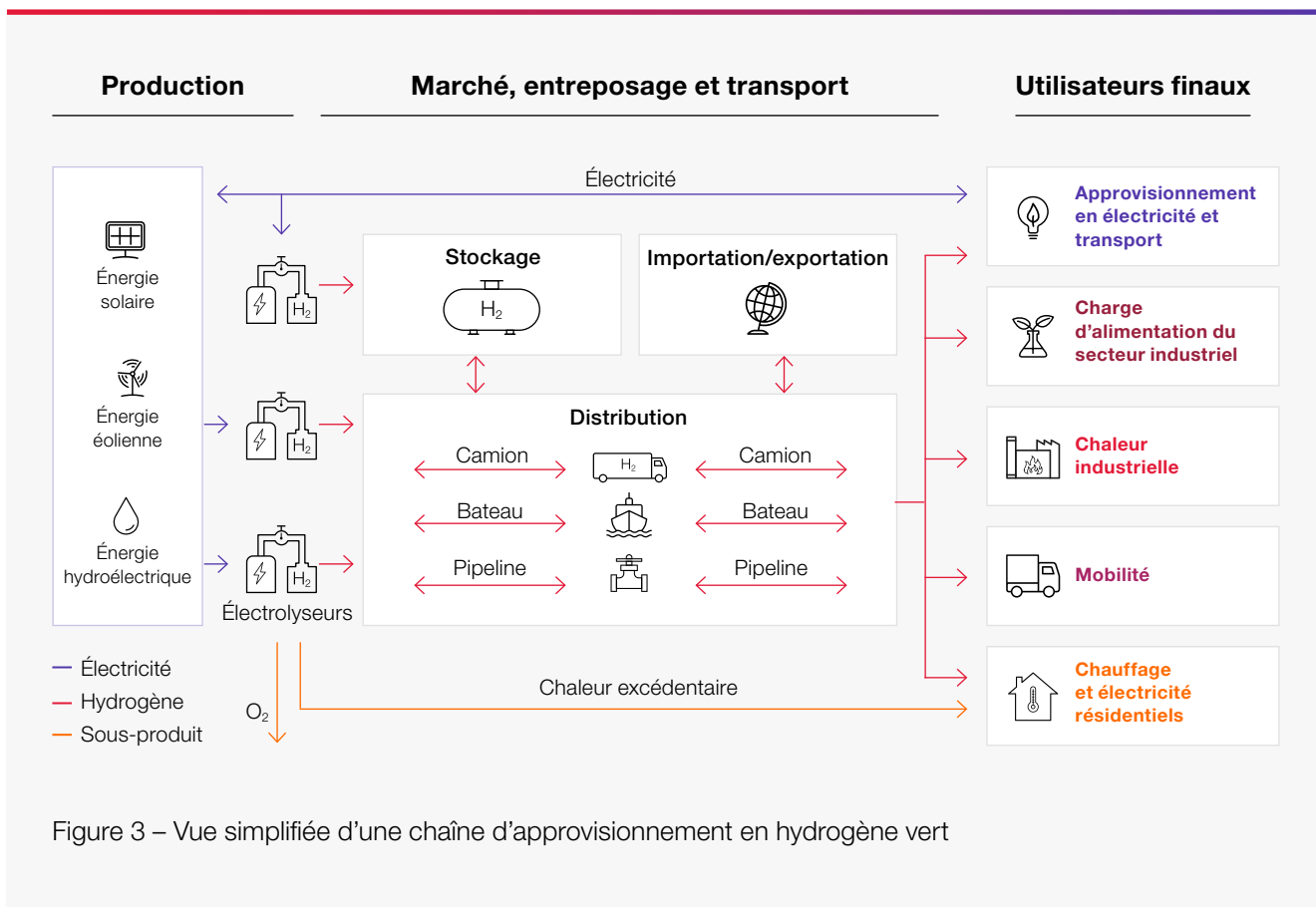
Plusieurs facteurs influencent la chaîne d'approvisionnement en hydrogène vert :

- **Les grandes industries et les industries lourdes** accélèrent la réduction de leurs GES et investissent dans leur propre production d'énergie renouvelable et leurs électrolyseurs pour produire de l'hydrogène à leurs propres fins industrielles et mobiles.
- **Les exploitants de systèmes de transport de gaz** réévaluent le rôle qu'ils joueront à l'avenir en raison de la diminution des besoins en gaz naturel et cherchent des solutions pour utiliser leurs actifs.

Cela a donné lieu à une vision commune de plus de 20 exploitants de systèmes de transport de gaz européens qui souhaitent passer à une structure centrale à hydrogène européenne¹².

- **Les pays** disposant (potentiellement) de quantités importantes d'énergie renouvelable, comme l'Islande¹³, l'Espagne¹⁴ et la Finlande^{15 16}, fixent des ambitions nationales pour la production d'hydrogène à grand volume (p. ex. parcs éoliens en mer avec électrolyseurs en mer^{17 18 19}) et l'exportation.
- **Les prosommateurs** stimulent la production locale d'énergie renouvelable et ont un (plus) faible besoin de capacité de transport lorsqu'ils stockent et utilisent cette énergie eux-mêmes ou dans une communauté locale. Si cette tendance se maintient, elle pourrait évoluer vers la production locale d'hydrogène, surtout lorsque le coût des électrolyseurs diminuera.





À notre avis, les principaux aspects de ce marché futur comprennent la prise en charge des multiples points d’alimentation et de couleurs d’hydrogène, le raccordement à différents marchés grâce à une infrastructure mixte de pipelines privés et publics dans un marché international et l’utilisation efficace des flux secondaires de la production d’hydrogène.

- **Points d'alimentation multiples** – Au lieu de l'introduction d'hydrogène à un moment donné avec une distribution descendante via une grille de transport et de distribution, le futur modèle doit permettre le recours à un grand nombre de points d'alimentation décentralisés.
- **Prise en charge des différentes couleurs et variations d'hydrogène** – L'infrastructure devra prendre en compte plusieurs couleurs et variations d'hydrogène. Nous envisageons que les utilisateurs finaux aient besoin de renseignements sur l'origine de leur hydrogène consommé, par exemple, pour déclarer leur propre empreinte de GES. Il est donc important de savoir quelle quantité d'hydrogène est produite ou importée, y compris les caractéristiques de sa source d'énergie. Il faudra probablement une forme de certification et un marquage des volumes d'hydrogène. De plus, la qualité de l'hydrogène (p. ex. la quantité d'impuretés) peut devenir un facteur à prendre en considération.
- **Plusieurs marchés** – Comme expliqué plus haut, différents marchés peuvent bénéficier de l'utilisation de l'hydrogène. Le futur modèle doit être en mesure de soutenir tous ces marchés, avec différents types d'utilisateurs finaux, du commerce de gros au commerce de détail.
- **Infrastructure de pipelines privés et publics** – Bien qu'au départ il est probable que l'hydrogène vert soit produit près de l'endroit où il est utilisé (p. ex. dans des grappes industrielles), les économies d'échelle potentielles dans la production d'hydrogène pourraient entraîner la production et le transport d'hydrogène à grande échelle. Une infrastructure de pipelines à hydrogène mature peut être justifiée pour relier les producteurs aux consommateurs à grande échelle, en particulier lorsque les volumes et les distances dépassent ce qui est réalisable avec les camions. Cette infrastructure de pipelines est



susceptible d'être une combinaison d'infrastructures privées et publiques et de pipelines existants réutilisés autant que possible.

- **Marché international** – Avec la production d'hydrogène à grande échelle, les pays qui veulent exporter de l'hydrogène et les ambitions des exploitants de systèmes de transport de créer un réseau international d'hydrogène en Europe²⁰, il est possible de créer un marché paneuropéen de l'hydrogène. Nous pouvons accélérer ce processus en harmonisant les cadres réglementaires, les rôles du marché, les processus et les échanges d'information au-delà des frontières.
- **Utilisation de flux secondaires** – Lorsque l'hydrogène est produit à grande échelle par électrolyse de l'eau, il devient intéressant d'utiliser et de commercialiser ses sous-produits comme la chaleur et l'oxygène. Par exemple, environ 20 % de l'énergie utilisée pour l'électrolyse est transformée en chaleur. L'introduction de cette chaleur dans une infrastructure thermique pourrait faire passer l'efficacité énergétique de 80 % à plus de 98 %²¹. D'autres recherches sur la commercialisation de ces flux secondaires sont nécessaires.

Comment y parvenir?

Se diriger vers une économie paneuropéenne à hydrogène vert est un marathon, pas un sprint. Il est essentiel de réduire les coûts. Il faut répondre à des questions complexes, par exemple à savoir s'il est économiquement viable d'avoir une infrastructure physique généralisée, où et comment la réaliser et la garder en sécurité, comment effectuer la transition au sein de chaque segment et comment évoluer vers un marché mature où l'électricité, le gaz naturel et l'hydrogène coexistent et interagissent, et que cela est accepté par la société.

À l'heure actuelle, plusieurs pays planifient ou mettent en œuvre diverses initiatives pratiques de recherche sur l'hydrogène. Ces « vallées d'hydrogène »²² comprennent des projets financés à l'échelle locale, nationale ou internationale qui réunissent l'industrie et les établissements de recherche pour la tenue de projets pilotes dans l'ensemble (des parties de) la chaîne de valeur de l'hydrogène. Au cours des prochaines années, nous continuerons de voir des initiatives régionales axées sur des parties précises de la chaîne de valeur de l'hydrogène vert et sur un ou plusieurs segments de marché.

Essentiellement, chaque vallée d'hydrogène crée son propre mini-marché dans un système énergétique local où l'hydrogène est produit, transporté, stocké et consommé. Dans ces vallées, on peut essayer différents concepts et répondre à des questions de recherche précises. Les données et la technologie seront essentielles, car les entreprises devront prendre des décisions d'affaires vitales.

Le fait de connaître et de contrôler les électrolyseurs ainsi que les unités de stockage et de transport fournira les données nécessaires à la prise de décisions et de mesures selon les signaux du marché. La Stratégie européenne de l'hydrogène ²³ prévoit une feuille de route avec une approche progressive pour accélérer la production et l'utilisation de l'hydrogène. L'une des conditions pour l'utilisation généralisée de l'hydrogène comme transporteur énergétique est la disponibilité d'une infrastructure qui relie l'offre et la demande.

Les vallées d'hydrogène européennes devraient être reliées par un réseau de pipelines de 6 800 km (4 225 miles) d'ici 2030, comprenant une combinaison de pipelines existants et nouveaux²⁰. L'accent sera d'abord mis sur le raccordement de centres industriels pour rendre possible l'échange d'hydrogène entre les vallées.

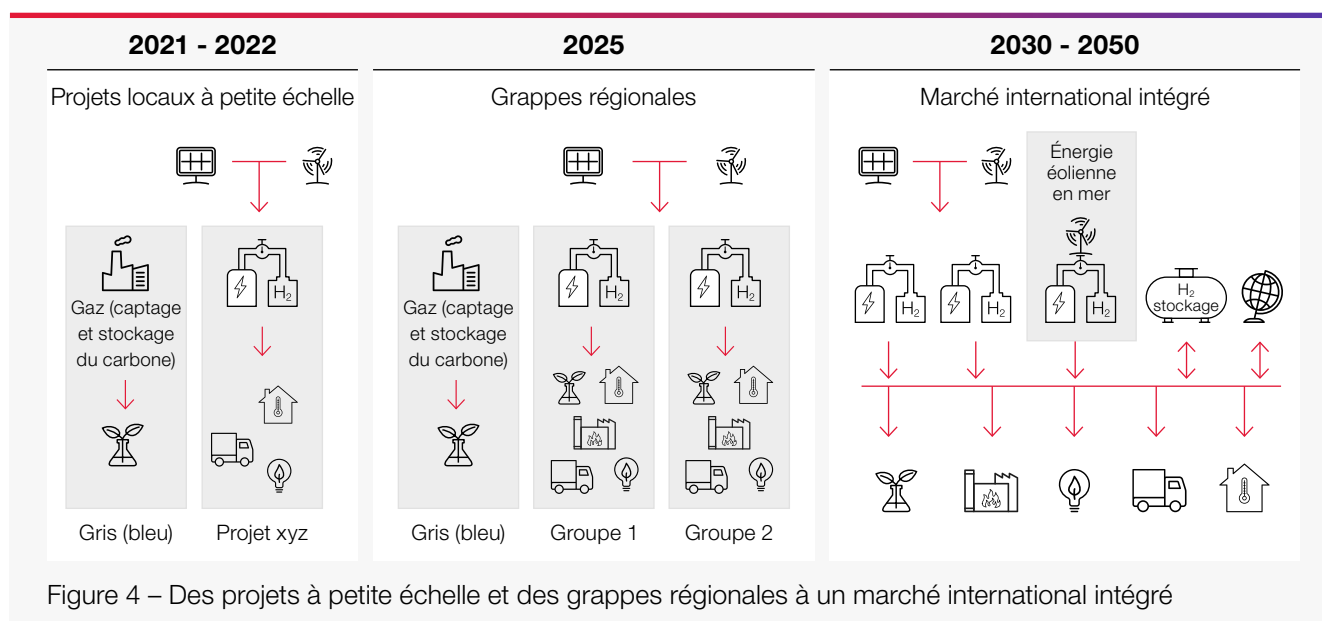


Figure 4 – Des projets à petite échelle et des grappes régionales à un marché international intégré

Conception d'un modèle de marché de l'hydrogène

Comme l'a aussi indiqué l'Agence européenne pour la coopération des organismes de réglementation (ACER), le développement futur des infrastructures de transport de l'hydrogène soulève des questions sur la nécessité éventuelle de réglementer ces infrastructures et le marché²⁴.

L'hydrogène est une nouvelle solution et peut profiter des expériences de la réglementation européenne pour les marchés du gaz et de l'électricité existants. L'ACER propose une approche graduelle pour réguler les réseaux à hydrogène facilitant la nature dynamique et valorisant les avantages liés au recyclage des actifs gaziers existants.

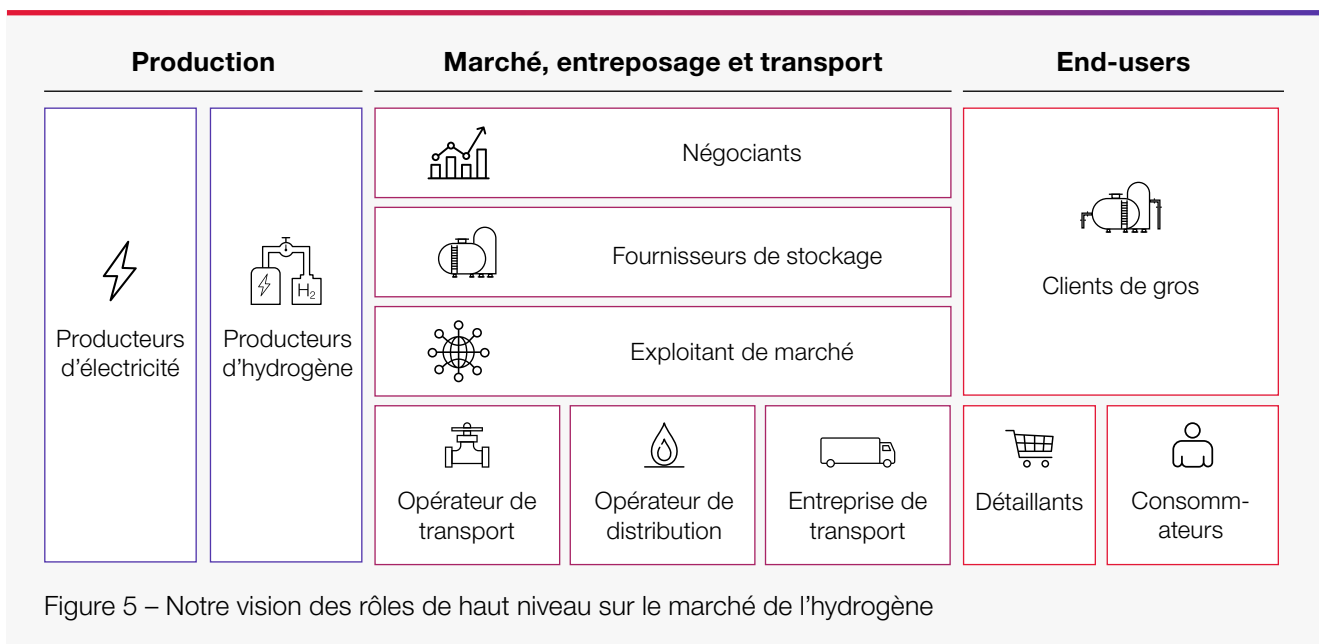
Le cadre réglementaire sera fondé sur des principes clairs comme le dégroupement, l'accès à des tiers, la transparence, la non-discrimination ainsi que le suivi et la surveillance par l'organisme de réglementation concerné. Des exemptions temporaires doivent être accordées, par exemple pour les pipelines point à point interentreprises.

La Commission européenne a présenté et publié les premières propositions de règlements et de directives²⁵. Celles-ci fourniront les conditions pour passer du gaz naturel fossile aux gaz renouvelables et à faibles émissions de carbone, y compris l'hydrogène, et créer un environnement propice à un modèle de marché de l'hydrogène.

En outre, une nouvelle structure de gouvernance sera introduite pour promouvoir une infrastructure consacrée à l'hydrogène, la coordination transfrontalière et la construction de réseaux d'interconnexion, et pour élaborer des règles techniques particulières appelées European Network of Network Operators for Hydrogen (ENNOH).



À mesure que la production d'hydrogène s'accélère, on s'attend à ce que le marché de l'hydrogène arrive à maturité et que les entreprises assument un ou plusieurs rôles sur le marché, depuis la production jusqu'aux utilisateurs finaux en passant par le stockage.



Du côté de la production, les **producteurs d'électricité** sont responsables de la production d'électricité, par exemple en utilisant des parcs solaires ou éoliens en mer ou terrestres. Les producteurs d'hydrogène exploitent une usine d'électrolyse pour **produire de l'hydrogène**. À mesure que le besoin de services de flexibilité à grande échelle pour le réseau électrique augmente, le couplage sectoriel entre l'électricité et l'hydrogène devient plus pertinent. Une seule entreprise remplira probablement le rôle de producteur d'énergie, et le producteur d'hydrogène devra exercer ses activités sur les deux marchés et utiliser au mieux les énergies renouvelables qu'il produit grâce à des mécanismes d'optimisation novateurs.

Par exemple, il pourrait combiner le parc éolien en mer et les installations d'électrolyse en mer pour produire de l'hydrogène avec capacité excédentaire ou en période de réduction, ou en fournissant des services de flexibilité à grande échelle au marché de l'électricité.

Les négociants sont responsables de la prévision, de l'achat et de la vente d'hydrogène dans un ou plusieurs marchés d'hydrogène et ils assurent le lien vital pour les transactions entre les producteurs et les utilisateurs finaux. Les **fournisseurs de stockage** offrent une capacité de stockage de l'hydrogène, par exemple pour optimiser la production d'énergie renouvelable et d'hydrogène. Les fournisseurs de stockage peuvent être des entités distinctes ou combinées avec, par exemple, des producteurs d'hydrogène ou des clients.

À mesure que les interconnexions se développent, nous voyons un rôle potentiellement essentiel pour un **opérateur de marché** de faciliter le marché de l'hydrogène en assurant la transparence, des règles du jeu équitables et des processus clairs pour les contrats, les données de comptage et les règlements financiers.

Les **opérateurs de transmission** sont responsables du développement, de l'exploitation et de l'entretien du réseau de transport d'hydrogène pour transporter l'hydrogène sur de longues distances. Les **opérateurs de distribution** sont responsables de l'exploitation, de l'entretien et du développement du réseau de distribution d'hydrogène dans une zone donnée. Nous imaginons que les opérateurs actuels de services de transport de gaz naturel remplissent le rôle d'exploitants de services de transport d'hydrogène et qu'ils recyclent les actifs existants dans la mesure du possible.

Le transport et la distribution de l'hydrogène seront probablement effectués par une combinaison d'organismes publics et privés. Pour les régions sans infrastructure de distribution ou de transport de l'hydrogène, **une société de transport** déplacera l'hydrogène d'un endroit à l'autre en utilisant des camions ou des navires.

Nous considérons que les **clients industriels à gros volume** qui ont un accès direct au marché de gros sont des utilisateurs finaux. Au départ, les grandes industries auront probablement leurs propres installations de production et de distribution. Au fur et à mesure que la production d'hydrogène se développe, nous nous attendons à ce que les clients à gros volume acquièrent (également) de l'hydrogène au niveau du commerce de gros. Les **consommateurs à petit volume** qui ont besoin d'hydrogène pour leur voiture ou leur camion ou pour le chauffage résidentiel se procureront de l'hydrogène auprès d'un détaillant. Ce **détaillant** accède au marché de gros par l'entremise de son partenaire commercial.



À votre service en tant que partenaire de transformation numérique

CGI offre ses services à l'ensemble de la chaîne de valeur énergétique, des opérateurs de production, de génération, de transport et de distribution aux fournisseurs et aux exploitants de marchés centraux. Nous concentrons nos efforts sur l'ensemble des besoins de nos clients en leur offrant des services-conseils, l'intégration de systèmes et des services en mode délégué, le tout accéléré par la propriété intellectuelle, pour les accompagner dans leur transition énergétique et les aider à demeurer concurrentiels.

Grâce à notre expertise approfondie en libéralisation des marchés de l'énergie, en gestion des énergies renouvelables, en gestion des données d'actifs et en octroi de permis d'exploitation, nous contribuons à l'accélération de la transition énergétique en agissant à titre de partenaires de transformation numérique pour l'économie de l'hydrogène.



Références

- 1 <https://www.un.org/fr/climatechange/paris-agreement>

- 2 https://ec.europa.eu/clima/eu-action/european-green-deal_fr

- 3 [ENTSO-E et ENTSG – Plans décennaux de développement du réseau 2022 – Scénarios](#)

- 4 <https://www.energy.gov/eere/fuelcells/hydrogen-storage>

- 5 <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ese3.956>

- 6 <https://energy.nl/data/steam-methane-reforming-smr-for-hydrogen-production-with-carbon-capture-using-flue-gas>

- 7 <https://www.tno.nl/en/focus-areas/energy-transition/roadmaps/towards-co2-neutral-industry/hydrogen-for-a-sustainable-energy-supply/optimising-production-hydrogen/ember-methane-pyrolysis/>

- 8 <https://world-nuclear.org/nuclear-essentials/what-is-nuclear-waste-and-what-do-we-do-with-it.aspx>

- 9 <https://www.shell.com/media/news-and-media-releases/2021/shell-starts-up-europes-largest-pem-green-hydrogen-electrolyser.html>

- 10 <https://www.bp.com/en/global/corporate/news-and-insights/press-releases/bp-and-orsted-to-create-renewable-hydrogen-partnership-in-germany.html>

- 11 <https://totalenergies.com/media/news/press-releases/total-and-engie-to-develop-france-s-largest-site-of-green-hydrogen>

- 12 <https://www.gasunie.nl/nieuws/elf-nieuwe-landen-sluiten-zich-aan-bij-europese-waterstofbackbone>

- 13 <https://renewablesnow.com/news/green-hydrogen-export-from-iceland-to-rotterdam-feasible-study- finds-745379/>
-
- 14 <https://www.eceee.org/all-news/news/spain-approves-hydrogen-strategy-to-spur-low-carbon-economy/>
-
- 15 https://www.businessfinland.fi/4abb35/globalassets/finnish-customers/02-build-your-network/bioeconomy--cleantech/alykas-energia/bf_national_hydrogen_roadmap_2020.pdf
-
- 16 https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Renewable_energy_statistics
-
- 17 <https://www.offshorewind.biz/2021/03/31/orsted-unveils-plans-for-large-offshore-wind-to-hydrogen-project/>
-
- 18 <https://www.bbc.com/news/business-55763356>
-
- 19 [Berger, Roland. Innovate and industrialize: How Europe's offshore wind sector can maintain market leadership and meet the continent's energy goals, juin 2021.](#)
-
- 20 <https://www.gasunie.nl/nieuws/gasinfrastructuurbedrijven-presenteren-plan-voor-europese- stofbackbone>
-
- 21 <http://resolver.tudelft.nl/uuid:c046820a-72bc-4f05-b72d-e60a3ecb8c89>
-
- 22 <https://www.h2v.eu/hydrogen-valleys>
-
- 23 [European Commission Communication on a Hydrogen Strategy for a Climate-Neutral Europe](#)
-
- 24 [ACER-CEER. When and How to Regulate Hydrogen Networks?, 9 février 2021.](#)
-
- 25 https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fr/IP_21_6682



À propos de CGI

Allier savoir et faire

Fondée en 1976, CGI figure parmi les plus importantes entreprises de services-conseils en technologie de l'information (TI) et en management au monde.

Nous sommes guidés par les faits et axés sur les résultats afin d'accélérer le rendement de vos investissements. À partir de centaines de bureaux à l'échelle mondiale, nous offrons des services-conseils complets, adaptables et durables en TI et en management. Ces services s'appuient sur des analyses mondiales et sont mis en œuvre à l'échelle locale.

Apprenez-en davantage sur [cgi.com](https://www.cgi.com)
ou écrivez-nous directement à info@cgi.com.