

Hydrogène vert & Hydrogène bas carbone

Elsie Nakhle

L'hydrogène est souvent présenté comme un vecteur énergétique clé pour la transition énergétique, notamment pour décarboner les secteurs difficiles à électrifier. Il existe différents types d'hydrogène, dont l'hydrogène vert et l'hydrogène bas carbone, qui se distinguent par leur mode de production et leur impact environnemental. Aujourd'hui environ 116 Mtonnes d'hydrogène sont produites par an dans le monde dont seulement 1 % provient d'hydrogène vert.

L'hydrogène bas carbone (ou hydrogène à faible intensité de carbone) regroupe plusieurs technologies de production qui réduisent les émissions de CO2 par rapport à l'hydrogène gris (produit à partir de gaz fossile sans captage du CO2). Il émet au minimum 70 % de GES en moins que les combustibles fossiles sur la totalité de son cycle de vie, soit moins de 3,38 kgCO2e/kgH2 (contre 11 kgCO2e/kgH2 pour l'hydrogène "gris"). Le vaporeformage du méthane est utilisé pour produire l'hydrogène bas carbone, associé à des technologies de capture et de stockage du carbone (CCS), avec une production mondiale d'environ 0,6 Mtonne en 2021. Il peut également être obtenu par électrolyse utilisant de l'électricité issue de sources peu émettrices comme le nucléaire. Il présente plusieurs avantages : des coûts plus compétitifs par rapport à l'hydrogène gris dans l'immédiat, une production continue qui le rend moins dépendant des fluctuations des énergies renouvelables et une facilité de mise en œuvre dans l'industrie grâce à l'utilisation des infrastructures existantes. Cependant, il comporte également des limites, notamment le risque de fuites de méthane, nécessite des infrastructures adaptées pour son transport et son stockage, et reste dépendant des combustibles fossiles (indiqué dans le tableau ci-dessous), ce qui en fait une solution transitoire – jusqu'à 2030-2035 – mais non totalement décarbonée.

Energy/feedstock	Technology	Color	2021 global production ⁵	2020 EU production capacity ⁶
Fossil fuels or biofuels	Natural gas	Gray	58 Mt (62%)	10 Mt (91%)
		Turquoise	-	
	Black coal	Black	18 Mt (19%)	
	Brown coal	Brown		
Fossil fuels	SMR, ATR, CG or PO with carbon capture and storage (CCUS)	Blue	660 kt (0.7%)	58 kt (0.5%)
Electricity	Nuclear	Pink	35 kt (0.04%)	12 kt (0.1%)
	Mixed-origin grid	Yellow		
	Renewable	Green		
Natural H ₂	Water	Natural resource	-	-

Différents types d'hydrogène et leurs caractéristiques (Zenon, Mai 2023)

L'hydrogène vert est produit par électrolyse de l'eau grâce à de l'électricité issue exclusivement de sources renouvelables (solaire, éolien, hydroélectricité). Cette méthode génère peu d'émission de gaz à effet de serre (GES) à condition que l'électricité employée soit décarbonée. Parmi ses avantages, il offre des émissions directes nulles, un atout majeur pour la transition écologique. Il permet également une indépendance énergétique des énergies fossiles en valorisant les ressources renouvelables et en s'alignant avec les objectifs climatiques globaux. Cependant, son coût reste élevé en raison des technologies d'électrolyse encore chères et de la variabilité des énergies renouvelables. De plus, sa production nécessite une quantité considérable d'EnR, dont la disponibilité reste limitée; raison pour laquelle l'Europe demande que les projets de production d'hydrogène vert soient liés à de nouvelles capacités renouvelables, afin de ne pas détourner les ressources actuelles qui pourraient être exploitées dans d'autres domaines.

D'une façon générale, l'hydrogène vert constitue une solution intéressante à long terme pour la décarbonation, mais l'hydrogène bas carbone peut jouer un rôle transitoire – en attendant que les coûts et infrastructures évoluent – en réduisant progressivement les émissions du secteur de l'hydrogène, mais l'objectif reste de développer l'hydrogène vert à grande échelle. Pour y parvenir, plusieurs leviers sont essentiels :

- réduire les coûts des électrolyseurs et améliorer leur efficacité ;
- investir dans les énergies renouvelables, diversifier le mix énergétique, développer le stockage, renforcer les réseaux et moduler la demande pour assurer un approvisionnement stable ;
- mettre en place des politiques incitatives, comme des subventions et des taxes carbone, afin de rendre l'hydrogène vert plus compétitif.

La stratégie à adopter devra être adaptée aux contextes économiques, technologiques et réglementaires de chaque région.

La mise à jour de la Stratégie nationale hydrogène (SNH II) renforce l'ambition de la France de devenir un leader de l'hydrogène décarboné, avec un objectif de 8 GW d'électrolyse installée d'ici 2035. Elle soutient l'industrialisation des équipements clés et le développement d'usages industriels comme le raffinage ou la chimie. Plus de 150 projets ont déjà été financés depuis 2020, créant 8 000 emplois et structurant des hubs industriels à Fos-sur-Mer, au Havre et dans la Vallée de la chimie. La création d'une filière autour de l'hydrogène vert reste néanmoins incertain, en témoigne l'échec de la Méga-usine de Belfort de McPhy qui vient d'engager une procédure de conciliation judiciaire et de lancer un appel d'offres pour une éventuelle cession d'actifs avant fin juin 2025.