

Pour une décarbonation optimale

Comment l'Europe peut-elle atteindre la neutralité carbone en 2050 au meilleur coût ? Et quelles technologies mettre en œuvre pour répondre efficacement aux ambitions du *Green Deal* ?

LES AUTEURS

HUGUES DE PEUFEILHOUX,
GAUTHIER DE MAERE
D'AERTRYCKE ET
PIERRE-LAURENT LUCILLE,
ENGIE

En décembre 2019, Ursula von der Leyen, la présidente de la Commission européenne, a officiellement lancé le pacte vert pour l'Europe (*European green deal*) dont l'ambition est de faire de l'Europe le premier continent neutre en carbone d'ici 2050. Dans quelle mesure est-ce un objectif atteignable ?

L'étude d'ENGIE « Decarbonizing Central Western Europe » menée en 2019 dans les principaux marchés énergétiques interconnectés de l'Europe de l'Ouest (*voir ci-contre*) apporte des éléments de réponse. Il s'agit de l'analyse économique de la réorganisation de la production d'énergie vers des sources « propres » pour progressivement éliminer toute émission de CO₂. Plus précisément, l'idée est de tester la faisabilité de la décarbonation en Europe de l'Ouest des secteurs électrique, chaleur et transport d'ici à 2050 et d'identifier un chemin économiquement optimal qui s'appuie sur les atouts de chacun des vecteurs énergétiques.

Outre l'électricité, terrain familier des modélisateurs, les autres usages énergétiques que sont la production de chaleur (industrielle et résidentielle), le transport et l'agriculture ont été simulés, afin de combiner les différents effets de substitution inhérents à la transition énergétique. Il s'agit de trouver un nouvel équilibre d'ensemble optimisé entre électricité, biogaz, hydrogène et biomasse pour répondre au mieux aux usages.



Les pays de l'étude « Decarbonizing Central Western Europe ».

Pour des raisons

d'acceptabilité et de disponibilité en sites, le développement de la séquestration du CO₂ n'a pas été pris en compte. Mais toutes les autres technologies énergétiques, y compris les systèmes de stockage et ceux favorisant la flexibilité, comme l'utilisation du stock de véhicules électriques en symbiose avec le réseau, concourent à répondre à l'atteinte d'un système décarboné. Celle-ci réclame néanmoins un effort ambitieux en termes d'efficacité énergétique, qui conduirait à une réduction de la demande finale en énergie de près de 41 % d'ici 2050.

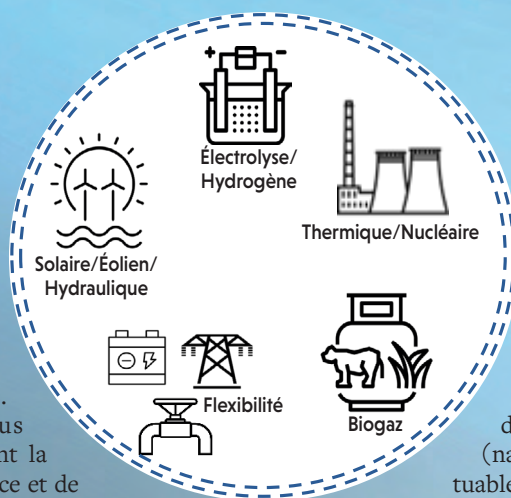
Par rapport à la plupart des études disponibles qui simulent des chiffres annuels, voire uniquement l'image finale en 2050, ou bien ne se focalisent que sur un sous-secteur, l'optimisation combinée de tous les usages énergétiques, à un

pas horaire, est un progrès décisif. Grâce à cette étude, on a désormais accès à l'impact réel des contraintes techniques et économiques, comme la saisonnalité de la consommation et de la production, les pics de consommation, ainsi qu'à l'interdépendance économique des sources de production.

Cinq scénarios ont été modélisés. Intéressons-nous aux deux plus représentatifs de ceux qui réussissent la transition : ceux d'électrification précoce et de transition multivecteurs équilibrée. Dans le premier, l'Europe substitue son mix actuel essentiellement par de l'électricité verte, en comptant uniquement sur ses ressources domestiques pour des questions d'indépendance. L'Europe électrifie tôt et fortement l'ensemble des usages finaux pour atteindre la décarbonation complète. Ce scénario requiert une électrification intense, supérieure à 60 % des besoins énergétiques contre 25 % aujourd'hui.

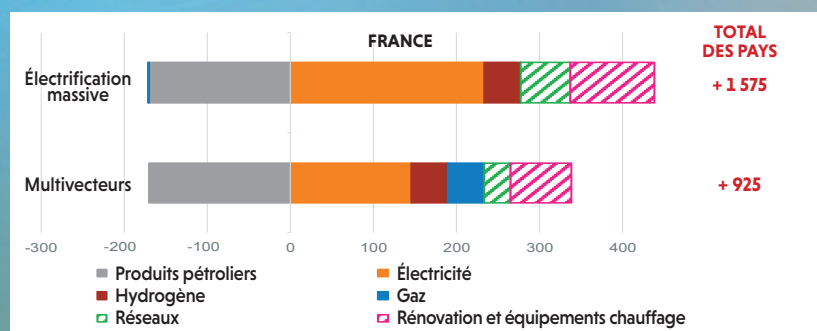
Dans le second scénario, l'Europe promeut le développement de l'électricité verte et celui des gaz verts (biométhane, hydrogène vert...). Le continent peut cette fois importer du gaz vert de certains partenaires commerciaux. Les importations concerneraient en majeure partie du méthane de synthèse élaboré à partir d'électricité verte destiné aux pays du Nord. Mais même dans ce scénario ouvert aux importations, l'indépendance de la zone Europe étudiée serait bien supérieure (82 % à 2050 contre 17 % aujourd'hui).

Dans les deux scénarios, la flexibilité du système électrique est analysée, résultant de la mobilisation optimale de chacune des ressources, des batteries disponibles jusqu'aux centrales thermiques alimentées par des gaz verts. La tension maximale n'est plus comme aujourd'hui l'heure de plus forte demande absolue, mais la période où la différence entre cette demande et la contribution des ressources renouvelables intermittentes est la plus forte, ce qui correspond par exemple à plusieurs jours sans vent en hiver. Le scénario d'électrification précoce est plus sensible à ces effets et doit déployer davantage de ressources de flexibilité pour y faire face. Quels sont les principaux enseignements ?



Les contributeurs de la transition énergétique.

Selon le scénario, électrification massive ou multivecteurs, le surcoût (ici pour la France, en milliards d'euros, et en rouge pour l'ensemble des pays de l'étude) par rapport à une trajectoire inchangée dite « business as usual » diffère.



D'abord, et c'est rassurant, la neutralité carbone est possible selon plusieurs scénarios plus ou moins électrifiés. Dans tous les cas, la transition repose sur trois piliers : l'efficacité énergétique, le développement massif des énergies renouvelables électriques et une répartition optimisée des usages par vecteur. Ce dernier point conduit à l'utilisation du gaz (naturel, puis vert) là où il est peu substituable et plus compétitif.

DES COÛTS IDENTIFIÉS EN DÉTAIL

Autre enseignement, la décarbonation selon le scénario multivecteurs bénéficie de coûts plus optimisés (voir la figure ci-dessous) qu'avec l'électrification. L'écart s'élève à 650 milliards d'euros, les coûts étant calculés en valeur nette actualisée de l'ensemble du système énergétique. Comment expliquer ce surcoût ? Parce que le scénario multivecteurs n'impose ni de développer de nouvelles capacités de production flexibles ni de surdimensionner le réseau de transport et de distribution électriques pour compenser l'intermittence de l'électricité renouvelable.

L'étude montre également que les ressources européennes en biométhane sont pleinement valorisées dans tous les scénarios de décarbonation, associées à 500 térawattheures d'hydrogène vert, soit un peu plus que la consommation française actuelle en gaz naturel. Le complément est apporté soit par des importations de gaz verts dans le scénario multivecteurs, soit par une production supplémentaire d'hydrogène en Europe dans le scénario d'électrification.

La France dispose en Europe d'un avantage concurrentiel sur les ressources renouvelables – vent, soleil et biomasse – et devra toutes les solliciter. S'appuyer sur seulement deux des trois ressources conduirait à surdimensionner inutilement le système électrique européen, alors même que les besoins en développement annuel de capacités renouvelables s'élèvent déjà à 44 gigawatts (27 pour le solaire et 17 pour l'éolien) pendant trente ans, ce qui constitue un défi majeur tant en termes d'investissement que d'acceptabilité.

Au final, si l'électrification de certains usages est indispensable, le curseur ne doit sans doute pas être poussé trop loin au risque d'une transition énergétique excessivement brutale sur le plan technique sans aucun gain environnemental. Utiliser pleinement les différents vecteurs décarbonés (dont les gaz verts) permet une transition plus résiliente et moins chère lorsqu'on mesure les effets tout au long de la chaîne de valeur, et pas seulement à la production ou à la consommation d'énergie. Transmis à la Commission européenne ! ■