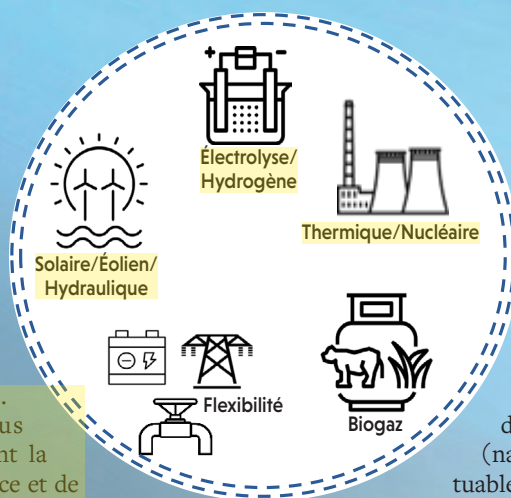


pas horaire, est un progrès décisif. Grâce à cette étude, on a désormais accès à l'impact réel des contraintes techniques et économiques, comme la saisonnalité de la consommation et de la production, les pics de consommation, ainsi qu'à l'interdépendance économique des sources de production.

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.

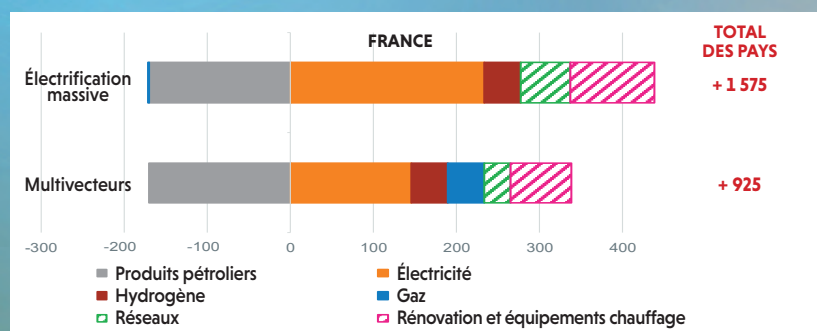
Dans le second scénario, l'Europe promeut le développement de l'électricité verte et celui des gaz verts (biométhane, hydrogène vert...). Le continent peut cette fois importer du gaz vert de certains partenaires commerciaux. Les importations concerneraient en majeure partie du méthane de synthèse élaboré 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 ! ■