

L'économie du nouveau mix électrique

Par Fabrice DAMBRINE

Ingénieur général des Mines, président de section au Conseil général de l'Économie, Conseiller d'État en service extraordinaire

Vous avez dit transition énergétique, transition électrique ? Depuis quelques années, ce concept fait florès en France et chez nos voisins européens. Transition ? D'après le Larousse, la transition, c'est le passage d'un état à un autre. Autrement dit, pour pouvoir parler de transition, l'on devrait être capable de répondre aux questions suivantes : pourquoi a-t-on besoin d'une transition énergétique et électrique ? Vers quel nouvel état veut-on aller et pourquoi ? Comment y va-t-on ? Avec quels moyens ? À quel rythme ? Quel coût la société est-elle prête à consentir pour y parvenir ? Et là les choses deviennent beaucoup plus confuses : en réalité, le concept de transition électrique est multiforme, son acception est variable d'un pays à l'autre ; elle évolue également dans le temps, comme on le voit par exemple dans l'article consacré au cas de l'Allemagne. Et pourtant la politique énergétique a un impératif besoin de cohérence et de constance, particulièrement dans le domaine de l'électricité où les investissements relèvent bien plus qu'ailleurs du temps long.

Qu'en est-il en France ? Si l'on se réfère à l'article L. 100-1 du Code de l'énergie qui fixe les objectifs de la politique énergétique, craint-on pour la sécurité d'approvisionnement énergétique, premier pilier de la politique énergétique ? Cherche-t-on plutôt à réduire le coût de l'approvisionnement énergétique pour les ménages et les entreprises (deuxième pilier) ? Cherche-t-on à mieux protéger l'environnement et la santé en mettant l'accent sur les dérèglements climatiques (troisième pilier) ? Sans doute les trois à la fois. Il convient donc de définir clairement les objectifs, d'en évaluer précisément les impacts dans toutes leurs dimensions, de prioriser et de hiérarchiser les mesures et de mesurer leurs limites physiques.

Précisons notre propos. En matière d'environnement, veut-on d'abord réduire les émissions de CO₂ ou veut-on d'abord réduire la part du nucléaire dans notre mix ? Comme on le verra dans plusieurs des articles composant ce numéro de *Responsabilité & Environnement*, ces deux objectifs sont largement inconciliables une fois que l'on a compris qu'à cause des (stupides ?) lois de la physique, c'est une chimère de croire que l'on pourra se passer totalement des combustibles fossiles et/ou du nucléaire, quel que soit le prix que l'on consentirait à y mettre. Au fil de ce numéro des *Annales des Mines*, le lecteur mesurera concrètement les conséquences de ce que la demande d'électricité n'est pas de l'énergie (kWh), mais de la puissance (kW) – « je veux que la lumière s'allume quand j'appuie sur l'interrupteur et non savoir quand on pourra m'envoyer de l'électricité ». Dès lors, les différents moyens de production ne sont pas équivalents : les kWh issus des centrales pilotables qui peuvent produire « à la demande » ont pour le consommateur une valeur d'usage évidemment bien supérieure à celle dont la production dépend de facteurs que l'on ne maîtrise pas, comme le vent ou le soleil ; et cela même si, en définitive, leur coût de production au kWh est identique, voire inférieur. Plusieurs articles expliquent ainsi pourquoi on ne pourra jamais totalement remplacer des installations de production pilotables (comme les centrales thermiques à combustible fossile ou nucléaire, les centrales hydrauliques à réservoir ou les centrales alimentées par de la biomasse ou des déchets) par des centrales intermittentes (comme l'éolien ou le photovoltaïque), dont la production fluctue au rythme du vent et du soleil. Si l'on veut diminuer le nucléaire, il faudra garder une part de centrales pilotables, et l'on retombe aujourd'hui inexorablement sur les centrales à combustibles fossiles qui, en l'état actuel de nos connaissances, ont seules le potentiel suffisant pour répondre en temps réel à la demande, mais avec comme conséquence une augmentation de nos émissions de CO₂.

Plusieurs articles exposent par ailleurs les limites physiques et économiques du stockage de l'électricité et mettent en évidence que le stockage ne peut pas être à lui seul la solution à l'intermittence des productions éolienne et photovoltaïque dont la part dans le mix restera toujours contrainte par les limites imposées par la physique. Par ailleurs, pour des questions de coût, le stockage par batterie restera vraisemblablement limité en termes de quantité d'énergie stockable. Le stockage par hydrogène (« *Power to power* » : électrolyse de l'eau pour produire de l'hydrogène que l'on stocke avant de le récupérer pour le retransformer en électricité grâce à une pile à combustible) est en théorie séduisant. Mais le rendement est lui aussi limité par les lois de la physique : aujourd'hui, on espère au mieux récupérer 1 kWh pour 2 kWh stockés. D'où à nouveau des questions de coûts sans compter les investissements considérables nécessaires à l'édification de cette nouvelle filière à grande échelle. L'effacement des consommateurs industriels et l'utilisation de compteurs intelligents couplée à des systèmes domotiques de pilotage des appareils et à la définition de nouveaux schémas

tarifaires incitant à l'effacement pour les particuliers peuvent constituer de nouveaux éléments de souplesse à l'équilibre offre-demande d'électricité pendant les périodes où il n'y aura pas assez d'électricité pour satisfaire toute la demande. Mais jusqu'où notre société, qui est devenue totalement dépendante à l'électricité, est-elle prête à accepter ces révolutions sociétales ?

Il ne faut pas se le cacher, la transition électrique a aussi un coût. Elle pèsera donc sur les ménages – c'est un choix politique à assumer – mais aussi sur nos entreprises qui sont soumises à la compétition mondiale. Nous devons donc être particulièrement attentifs à ne pas créer des distorsions qui affaibliraient la compétitivité de nos entreprises.

Ce numéro de *Responsabilité & Environnement* aborde enfin la question centrale des coûts du nouveau mix électrique. Des progrès considérables ont été réalisés ces dernières années sur les nouveaux moyens de production que sont le solaire photovoltaïque et l'éolien. Comme le lecteur le verra, de nouvelles diminutions de coût sont encore à attendre, mais à mesure que la part de ces nouveaux moyens de production augmentera dans le mix électrique, on ne pourra plus négliger le coût de leur intermittence, que ce soit sous forme de besoins de centrales pilotables venant en soutien ou de besoins de stockage. S'agissant des moyens de production traditionnels comme les centrales thermiques à combustible fossile ou nucléaire, des progrès sont également encore à attendre, que ce soit en termes de rendement, de souplesse de pilotage ou de sûreté, autant d'éléments à prendre en compte dans l'évolution du parc de production électrique et de son coût complet de production.

Cela étant, quelles devraient être les priorités de la transition électrique ? À l'évidence, les ressources énergétiques existent pour satisfaire l'augmentation de la demande mondiale d'électricité dans les décennies qui viennent. L'urgence est donc aujourd'hui d'abord climatique. N'est-il donc pas temps d'affirmer que la transition électrique, c'est d'abord et avant tout la réduction des émissions de CO₂ au meilleur coût, sans d'ailleurs oublier les autres secteurs énergétiques souvent porteurs de gisements de réduction du CO₂ beaucoup moins coûteux que le secteur électrique. Et cela sans préjuger des techniques à utiliser pour y parvenir et surtout, comme le montrent plusieurs articles, sans fausser le marché par des subventions publiques destinées à promouvoir, de façon souvent arbitraire, tel ou tel mode de production qui pourra s'avérer en définitive ne pas être le plus efficace pour réduire le CO₂. Comme le soulignent plusieurs auteurs, l'urgence est de rétablir un vrai marché du carbone qui ne soit pas impacté par d'autres politiques qui en remettent en cause le fonctionnement, puis de l'étendre aux pays avec lesquels nous sommes en concurrence. En faisant ce choix clair et en ne suivant pas les errements d'autres pays dont le mix électrique est souvent très différent du nôtre, la France, dont le mix électrique est déjà parmi les plus décarbonés du monde, pourrait montrer le chemin et proposer des solutions. Et il est d'autant plus important de montrer le chemin aux autres pays que, vis-à-vis du changement climatique qui est un phénomène planétaire et non local, une action solitaire de la France, dont les émissions de CO₂ représentent moins de 1 % des émissions mondiales, ou même une action de l'Europe seule, dont les émissions en représentent moins de 10 %, n'auraient aucun effet.

Nous espérons qu'au moment où les pouvoirs publics ont pris et vont prendre de nouvelles décisions sur notre futur mix électrique, ce numéro des *Annales des Mines* donnera à ses lecteurs, à défaut de réponses définitives, au moins des clés pour comprendre et hiérarchiser les enjeux de la transition électrique, et s'approprier les ordres de grandeur de ces sujets techniquement complexes. La transition électrique est en effet une démarche profonde, longue et structurante pour l'avenir de notre économie, de notre environnement et, plus généralement, de notre société. Elle mérite donc l'engagement de tous.