

## OLIVIER APPERT

Président de France Brevets, conseiller scientifique du Centre Énergie et Climat de l'Ifri, ancien président du Conseil français de l'énergie

### **Arnaud Breuillac, conseiller principal du président-directeur général de TotalEnergies**

Nous allons maintenant passer la parole à Olivier Appert qui va aborder le sujet de la rareté de l'électricité.

#### **Olivier Appert**

Merci de me donner la parole. La sécurité de l'approvisionnement en électricité est devenue une véritable question d'actualité. Des pannes majeures ont eu lieu en Californie en août 2020 et plus récemment au Texas en février 2021. Le réseau européen a été soumis à de fortes tensions l'année dernière à la suite d'un problème d'interconnexion entre l'Autriche et l'Allemagne. Des coupures de courant ont eu lieu pendant plusieurs heures à Londres à la mi-2019 et le réseau européen a été mis sous pression en janvier dernier, le 8 janvier exactement, suite à un incident technique en Croatie qui a coupé en deux le réseau synchrone européen. RTE, qui est le gestionnaire du réseau de distribution électrique français, a dû prendre toutes les mesures nécessaires pour gérer la réponse de la demande industrielle et a même adressé des recommandations aux consommateurs pour qu'ils limitent leur consommation.

Quels sont les défis à relever pour assurer la sécurité de l'approvisionnement en électricité ? Le système électrique doit équilibrer l'offre et la demande en temps réel sur l'ensemble du réseau, en tenant compte du fait que le stockage de l'électricité est difficile et très coûteux, surtout à grande échelle. Partout, le réseau a été construit selon une approche « top-down ». L'électricité est produite par de grandes centrales thermiques (charbon, gaz, nucléaire) et fournie au consommateur via des réseaux de transport et de distribution à haute tension. Ce système permet de traiter les variations de l'offre et de la demande dans le temps, en été ou en hiver, de jour comme de nuit. Toutefois, le système électrique a été soumis à des changements considérables au cours des 20 dernières années, suite à un changement majeur de politique en termes d'économie et de réglementation. Le mix électrique évolue rapidement avec le passage aux énergies renouvelables, mais les énergies renouvelables sont par nature intermittentes et n'ont pas l'inertie des centrales thermiques et nucléaires. Une réduction des apports dans le réseau peut générer une baisse de la fréquence et de la tension et entraîner un déséquilibre important entre l'offre et la demande.

Autre facteur important : la décentralisation des réseaux avec une forte augmentation de l'autoconsommation, ce qui crée de nouveaux problèmes d'équilibre dans le réseau au niveau local, auxquels les gestionnaires de la distribution doivent faire face. Pour la première fois en Europe, les énergies renouvelables sont devenues la première source d'approvisionnement

en électricité. Ce fut le cas notamment en Allemagne, en Espagne et au Royaume-Uni. Malgré la pandémie, la croissance des énergies renouvelables est restée forte. La part de marché est aujourd'hui de plus de 38 %, contre 34,6 % en 2019. La part des combustibles fossiles dans le mix électrique est passée sous la barre des 37 %. Il s'agit donc d'une augmentation importante de l'énergie renouvelable. Cependant, le secteur européen de l'électricité va connaître un déclin structurel de la flexibilité du réseau en raison de la croissance de la part de marché de l'éolien et du solaire. Ces énergies sont par nature intermittentes, comme je l'ai dit, et n'apportent pas l'inertie de la centrale thermique, laquelle contribue à la stabilité du réseau.

En outre, de nombreuses centrales électriques seront mises hors service au cours des prochaines années. Je vous rappelle que des centrales thermiques (nucléaires ou charbon) vont être fermées en Allemagne ce qui équivaut à une production de 22 gigawatts par heure. D'ici 2025, plusieurs centrales nucléaires permettant de produire au total 6 gigawatts par heure fermeront en Belgique. Des centrales au charbon produisant au total 21 gigawatts par heure seront également fermées en France, au Royaume-Uni, en Espagne et en Italie. La sécurité de l'approvisionnement du système électrique européen va donc être menacée au cours des prochaines années et nous ne devons pas sous-estimer le risque de black-out.

Il y a deux ans, l'AIE a souligné ce problème dans le contexte d'une augmentation mondiale de la part d'électricité dans le mix énergétique. En ce qui concerne l'ajustement requis dans différentes régions en raison de la variabilité de la demande et de la variabilité de l'offre, pour l'instant, les mécanismes de flexibilité en Europe peuvent faire face aux besoins de la plupart des pays européens. Les centrales thermiques et hydroélectriques assurent la majeure partie de cette flexibilité, ce qui ne sera pas le cas dans le futur. En fait, d'importants investissements seront nécessaires pour développer la flexibilité du système électrique. Il existe différentes solutions, mais il n'existe pas de solution miracle. L'ajustement de production conventionnel reste la réponse de base. L'interconnexion est une autre solution pour la flexibilité. En Europe, la fluctuation des énergies renouvelables peut être partiellement compensée par l'équilibrage des charges. Ce besoin d'interconnexion existe entre les pays européens, mais aussi au sein de chaque pays. Outre le coût élevé des lignes haute tension, l'acceptation locale reste un problème. En Allemagne, par exemple, il est vital de pouvoir relier les éoliennes du nord aux usines situées dans le sud du pays. Or, en 2019, ils avaient uniquement réussi à mettre en place 36 kilomètres de lignes haute tension. Les périodes de froid et de temps anticyclonique dans toute l'Europe posent également problème.

Les technologies de stockage se caractérisent par différents paramètres de capacité énergétique au niveau de la durée de charge et de décharge. En termes de potentiel, ces technologies présentent différents stades de maturité. Pour le stockage de grandes quantités sur une longue période, la solution évidente est la station de transfert d'énergie par pompage. Toutefois, en Europe, les possibilités de développement sont limitées. Le coût plus faible des batteries lithium-ion en fait une solution pour compenser la fluctuation des énergies renouvelables et maintenir la fréquence, mais leur capacité de stockage est limitée à quelques heures seulement. Plusieurs solutions sont envisagées pour le stockage à long terme, mais elles sont encore très peu matures. Les coûts sont très élevés et aucun modèle économique n'existe pour l'instant étant donné que le signal-prix de ces solutions sur le marché est trop court et trop partiel pour être incitatif. Des mécanismes de capacité visent à



pallier, au moins en partie, le manque de signaux à long terme. La gestion de la réponse à la demande a été développée au niveau industriel en Europe depuis de nombreuses années. Le potentiel pourrait être augmenté, mais cette augmentation nécessiterait des investissements coûteux et une adaptation de la conception des outils industriels, ce que l'on appelle la conception flexible.

Les chauffe-eau domestiques sont le principal moyen de gérer la réponse à la demande, mais uniquement à très court terme. Il existe d'autres moyens d'améliorer la réponse à la demande pour le consommateur. Les fournisseurs peuvent contrôler à distance le chauffage, les pompes à chaleur et, à l'avenir, les véhicules électriques via ce que nous appelons la technologie véhicule-réseau. Cette approche peut augmenter la réponse à la demande des consommateurs. Toutefois, il sera nécessaire de reconsidérer la réglementation du secteur de l'électricité afin de fournir des signaux-prix adéquats à long terme. Ces signaux-prix sont en effet essentiels pour faciliter les investissements en production, en réseau, en stockage et pour la réponse à la demande. Pour résumer, dans le contexte d'une part croissante de l'électricité dans le mix énergétique, la sécurité de l'approvisionnement représentera un défi de plus en plus important. Relever ce défi nécessitera d'importants investissements, mais pour l'instant il n'existe pas de signal-prix clair permettant de développer ces investissements.