

Le système électrique est composé de moyens de production et de stockage d'électricité et d'un réseau qui permet d'acheminer l'électricité depuis les lieux de production jusqu'aux consommateurs. Ce réseau d'électricité a aussi d'autres rôles essentiels comme celui de permettre la stabilité du système et de garantir la qualité de l'électricité produite.

Pour simplifier, on peut diviser ce réseau en deux grandes parties :

Le réseau de transport et le réseau de distribution. En France l'entreprise RTE est responsable du réseau de transport et ERDF du réseau de distribution.

Le réseau de transport permet de transporter l'électricité sur des longues distances et de connecter des grands centres de production à des grands centres de consommation. Dans le réseau de transport l'électricité est acheminée à des niveaux de tension élevés allant de 63 kV à plus de 400 kV.

Le réseau de distribution permet quant à lui d'acheminer la production jusqu'au consommateur final en abaissant progressivement le niveau de tension jusqu'à 230V chez le consommateur particulier. Aujourd'hui quelques moyens de production renouvelable sont connectés au réseau de distribution : de l'éolien et du photovoltaïque en moyenne tension aujourd'hui appelé HTA, et des petites installations photovoltaïques en basse tension.

Dans la description des moyens de production et de stockage d'électricité composant le système électrique, il est pertinent de distinguer l'énergie produite de la puissance installée.

Pour l'année 2012 l'énergie produite en France était de 540 TWh, la majeure partie 75% de cette production est nucléaire en suite viennent la production thermique au gaz et au fioul ainsi que l'hydraulique. Les énergies renouvelables autres que l'hydraulique sont plus minoritaires en France.

La puissance installée était de 128 GW en 2012, la part du nucléaire en termes de puissance installée est de moins de 50%.

Le principal moyen de stockage d'électricité présent en France et dans le monde est le stockage hydraulique souvent appelé STEP pour Station de Transfert d'énergie par pompage. Le principe est simplement de stocker de l'énergie potentielle de l'eau en la remontant dans les barrages. En France la capacité de STEP est de 5 GW, la plus grande STEP étant celle du barrage de Grand Maison en Isère qui a une puissance de pompage-turbinage de 1.8 GW soit plus que la puissance du réacteur EPR de Flamanville en construction.

Les systèmes de stockage par pompage hydraulique totalisent une capacité de près de 127 GW dans le monde en 2011. A l'horizon 2050, l'AIE prévoit une multiplication par 3 à 5 de ces capacités mondiales. A titre de comparaison, la puissance du parc nucléaire mondial avoisine 370 GW. En France une étude du centre de recherche de la commission Européenne, le JRC montre que cette capacité de STEP pourrait passer de 5GW à 7 GW si l'on équipe des barrages existant avec des pompes.

Nous allons à présent décrire quelques évolutions importantes des 60 dernières années en termes de consommation, de production et de réseau d'électricité. Puis nous évoquerons quelques évolutions en cours ou à venir.

Ce deuxième graphique illustre la deuxième évolution. On peut y voir la ventilation de la consommation annuelle sur cette même période en fonction des différents secteurs qui sont ici principalement les secteurs résidentiels + tertiaire en vert et industriels en jaune.

Ce que montre ce graphique concernant la consommation électrique est le triplement de la consommation résidentielle et tertiaire alors que la population sur cette même période n'a augmenté que d'un peu plus de 20%. La consommation résidentielle et tertiaire a augmenté à un rythme assez constant autour de 6,1 TWh par an.

Depuis la crise de 2008 la croissance de la consommation résidentielle et tertiaire est freinée sous l'effet du ralentissement de la croissance économique et de la maîtrise de la demande électrique comme la rénovation thermique de bâtiments ou les réglementations thermiques ayant été mises en œuvre depuis 2000. La consommation totale Française a même diminué depuis la crise de 2008.

Ces évolutions sont importantes pour le dimensionnement du système électrique à venir. Elles sont étudiées en détail par le gestionnaire du réseau de transport Français RTE dans les bilans prévisionnels et les schémas décennaux.

Si le réseau électrique est aujourd'hui un réseau centralisé à l'échelle de la France, interconnecté avec tous les pays européens, il n'en a pas toujours été ainsi. En effet au début du siècle dernier ce réseau a pris naissance de manière décentralisée à travers de petits réseaux régionaux permettant de raccorder localement une grande ville ou des sites industriels à des moyens de production. Jusqu'à la veille de la seconde guerre mondiale ces réseaux se sont élargis et interconnectés.

Si le réseau est prêt à être unifié à cette époque il faudra attendre la sortie de la guerre et la volonté du général de Gaulle avec la création d'une entreprise nationale, EDF, pour que naisse le grand réseau centralisé qui existe aujourd'hui.

Plusieurs évolutions en cours vont transformer quelque peu certaines caractéristiques de ce réseau comme la production renouvelable décentralisée, des nouveaux modes de consommation tel que le véhicule électrique et la mise en place de moyens de communication et de contrôle essentiellement dans le réseau de distribution d'électricité.

On parle aujourd'hui de décentralisation pour les évolutions du réseau mais ce n'est pas un retour en arrière. En effet la production renouvelable est connectée bien souvent au réseau de distribution qui devient progressivement un lieu de production en plus d'être le lieu de la consommation.

Cependant même avec cette production décentralisée le rôle du réseau de transport est primordial, car il permet la compensation des fluctuations de la production renouvelable variable. Par exemple quand il n'y a pas de vent ni donc de production éolienne dans une région de France, il y a d'autres régions où le vent souffle et il faut pouvoir transporter cette production pour la redistribuer.

Cette nouvelle production dans le réseau de distribution fait émerger de nouvelles contraintes sur le réseau de distribution qui sont parfois dimensionnante. En particulier, des nouvelles contraintes peuvent apparaître : des contraintes de tension, en générale en bout de ligne et des contraintes d'intensité plutôt au niveau des hubs du réseau. Cela signifie que le travail du gestionnaire du réseau de distribution qui devait dimensionner son réseau de manière à accueillir sans discrimination les consommateurs en les raccordant à son réseau est transformé par l'arrivée de cette nouvelle

production et le sera d'autant plus que cette nouvelle production amènera le réseau au plus près de ses limites.

Les moyens de communication et de contrôle qui doivent permettre de mettre au point ce qui est souvent qualifié de réseau intelligent existent aujourd'hui dans une large partie dans le réseau de transport.

Ces moyens doivent permettre à terme de contrôler à distance des consommations et des productions renouvelables dans le réseau de distribution et grâce à cela de faire l'économie de certains renforcements du réseau de distribution.

D'une manière générale l'ampleur et les formes de la mise en œuvre de cette modernisation restent aujourd'hui beaucoup discutés dans la mesure où les coûts de ces infrastructures de communication et de gestion devront permettre de faire des économies d'investissement.

Dans ce sens la modernisation sera sans doute plus importante sur la partie du réseau de distribution la moins grande en taille et la plus critique dans la gestion et le dimensionnement du réseau, à savoir la moyenne tension qui fait l'interface entre le réseau de transport et le réseau basse tension auquel sont connectés la plupart des consommateurs.

Néanmoins les compteurs intelligents, en France le « Linky », sont un exemple concret de participation à ce projet de modernisation mais leur mise en place répond à d'autres objectifs pour ERDF comme celui d'économiser des déplacements pour le relevé des compteurs électriques.

Ces évolutions prennent des formes différentes selon les pays. Comparativement aux autres réseaux dans le monde, le réseau français reste un réseau moderne et évolué. Aux États Unis par exemple où la qualité du réseau est plus variable, ces évolutions du réseau de distribution sont parfois plus rapides dans la mesure où elle permettent d'assurer une constance dans la fourniture d'électricité, une plus grande qualité, ce qui pour certains acteurs industriels ou militaires est parfois primordial.