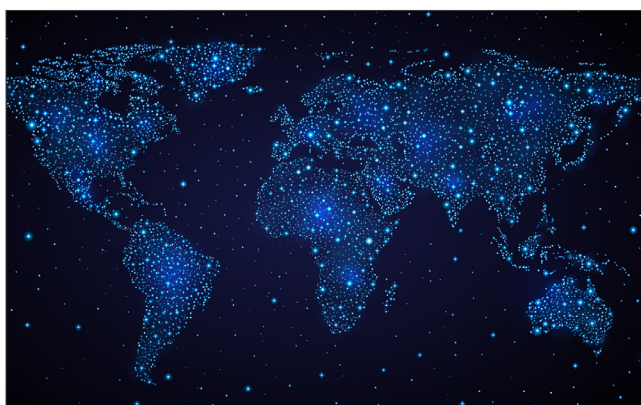


LA TRANSFORMATION DES SECTEURS ÉLECTRIQUES DANS LE MONDE



Note de conjoncture



Entre le 22 et le 26 février 2016 s'est tenue, à Houston, la 35ème Cera Week. Cette convention annuelle peut être considérée comme le plus grand rassemblement mondial des acteurs de l'énergie puisqu'elle réunit quelques 2500 participants, parmi lesquels des représentants de gouvernements, des administrations, des énergéticiens, des équipementiers, des banques et des cabinets conseils. Cette année, ces acteurs ont pu échanger sur le thème : *Energy Transition : Strategies for a New World*. Dans cette note, l'UFE réalise une synthèse des échanges sur les défis qui attendent les systèmes électriques dans le monde pour mettre en perspective les propres enjeux européens.



O.I.E

Observatoire de l'Industrie Electrique
Comprendre le secteur de l'électricité en un seul clic

SYNTHÈSE

- Le grand défi de la société future est celui de l'accès à l'électricité de plus d'un milliard d'individus qui en sont actuellement privés à travers l'ensemble de la planète. Un autre défi majeur réside dans l'emploi d'une population dont les savoir-faire risquent d'être profondément décalés au regard des nouvelles exigences technologiques.
- D'énormes mouvements dans les portefeuilles énergétiques sont à prévoir à moyen terme au niveau mondial. Ces mouvements seront portés par des évolutions technologiques majeures, dont l'essentiel viendra du monde industriel.
- L'adaptation des systèmes électriques aux impératifs climatiques dépendra de deux facteurs clés déterminants : l'attitude du binôme USA / Chine et l'engagement des industriels.
- L'approche énergétique la plus ambitieuse vient de Chine, qui a l'ambition de décarboner son économie en articulant trois réseaux stratégiques : le réseau électrique, le réseau d'information et le réseau de transport de biens et de personnes.
- Les électriciens sont confrontés à une régulation inadaptée à la transformation des systèmes électriques. Les utilities américaines considèrent ainsi que le principal obstacle qui se pose à la transformation des systèmes électriques n'est pas technologique mais régulateur.

1 INTRODUCTION

Entre le 22 et le 26 février 2016 s'est tenue, à Houston, la 35^{ème} Cera Week. Cette convention annuelle, qui peut être considérée comme le plus grand rassemblement mondial des acteurs de l'énergie, a permis aux quelques 2500 participants, parmi lesquels des représentants de Gouvernements, des administrations, des énergéticiens, des équipementiers, des banques et des cabinets conseils, d'échanger sur le thème : *Energy Transition : Strategies for a New World*.

A court terme, la principale préoccupation au niveau mondial réside dans la faiblesse du prix du pétrole, qui entraîne la chute vertigineuse des revenus des pays émergents majeurs dont l'économie repose sur cette ressource (Venezuela, Algérie, Mexique, Nigéria, et même Russie...) et qui va à l'encontre d'une logique climatique. Mais à plus long terme, le grand défi de la société future est celui de l'accès à l'électricité de plus d'un milliard d'individus qui en sont actuellement privés à travers l'ensemble de la planète. Un autre défi majeur réside dans l'emploi d'une population dont les savoir-faire

risquent d'être profondément décalés au regard des nouvelles exigences technologiques.

Au total, il ressort des nombreuses présentations et tables-rondes de cette semaine que d'énormes mouvements dans les portefeuilles énergétiques sont à prévoir. En particulier, il est maintenant admis que c'est surtout la nature du mix électrique mondial qui va être progressivement et irrémédiablement transformée par les conséquences de la COP 21 et les réflexions liées au réchauffement climatique. Ces mouvements seront portés par des évolutions technologiques majeures, dont l'essentiel viendra du monde industriel. Néanmoins, à très court terme, les électriciens, à travers tous les continents, ont été unanimes à se plaindre de modes de régulations incohérents par rapport à ces mêmes objectifs climatiques.

Dans cette note, l'UFE réalise une synthèse des échanges sur les défis qui attendent les systèmes électriques dans le monde pour mettre en perspective les propres enjeux européens.

2 LA MUTATION DU MIX ÉLECTRIQUE MONDIAL

Aujourd'hui, la production d'électricité est la source principale d'émissions de CO₂ dans le Monde (près de 40 % des émissions totales de CO₂¹), car elle est en grande partie produite avec du charbon. C'est pourquoi le système de production d'électricité mondial doit nécessairement évoluer. Afin de répondre aux objectifs de développement et à ceux du climat, les systèmes électriques doivent évoluer avec des contraintes de flexibilité, autant du côté de l'appareil de production que des usages. Les enjeux sont différents selon les pays : pour certains, il s'agira de faire évoluer l'existant, alors que pour d'autres, il faudra augmenter les capacités. Mais, dans tous les cas, la mutation du mix électrique sera générale. Les évolutions sont réalisées en fonction des moyens locaux. A titre d'exemple, au Mexique le gaz remplace le pétrole dans la production d'électricité, tandis qu'aux USA, le gaz remplace progressivement le charbon et dans les Etats Arabes Unis le nucléaire se substitue au pétrole (4 réacteurs sont en construction). Dans le monde entier, les énergies renouvelables électriques progressent.

Le corollaire de l'évolution de l'appareil de production et des usages est l'évolution des réseaux de transport et de distribution d'électricité. Que ce soit par le développement des énergies renouvelables ou par l'impact de la gestion de la demande, il est nécessaire de développer et d'adapter les réseaux. D'ici 10 ans, 600 Md€ d'investissements seront nécessaires en Europe dont 1/3 pour le transport et 2/3 pour la distribution. Parallèlement, les réseaux sont de plus en plus confrontés à la concurrence du stockage, qui va révolutionner la chaîne de valeur électrique à terme. En revanche, les acteurs ne jugent pas réaliste la transformation des systèmes électriques en une multitude de micro-grids : autonomie électrique ne signifie pas indépendance électrique.

Par ailleurs, l'adaptation des systèmes électriques aux objectifs climatiques dépendra de deux facteurs clés déterminants : l'attitude du binôme USA / Chine et l'engagement des industriels. En effet, sur ce deuxième point, la réalisation concrète des INDC² repose sur la capacité de l'industrie à développer les technologies correspondantes.

1. Chiffres clés du climat en France et dans le monde 2015, MEDDE, 2015.

2. L'acronyme « INDC » désigne les contributions décidées au niveau national remises par les Parties en amont de la COP21. Ces contributions présentent les efforts nationaux envisagés dans le cadre de la lutte contre le réchauffement climatique.

Sur le plan organisation du marché, le besoin incontournable d'un prix du carbone a été maintes fois réaffirmé. Il faut également que ce prix soit suffisant sur le long terme. Un prix unique n'est pas évident, mais a minima le prix fixé doit permettre de basculer du charbon vers le gaz dans

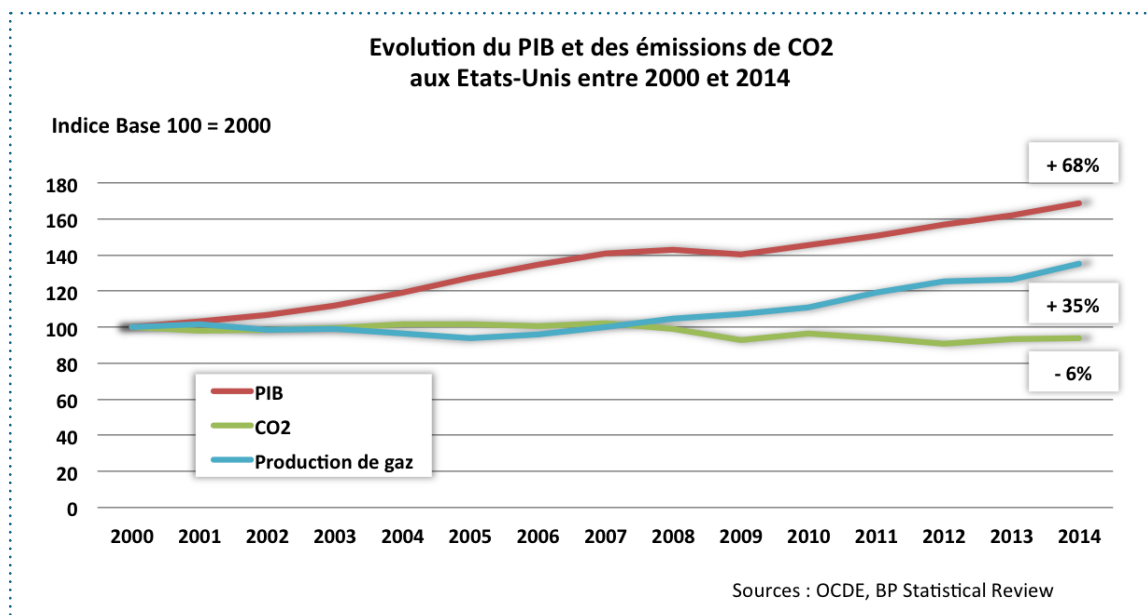
la production d'électricité³. La Banque Mondiale reprend cette nécessité d'un prix du carbone et souligne la nécessité de supprimer les subventions aux énergies fossiles.

LE CAS AMÉRICAIN

Le cas du système électrique américain est emblématique. Les prévisions sur le marché du gaz laissent peu de chance au charbon local de récupérer sa position dominante historique, bien que le prix du charbon ait chuté. Si le charbon est valorisé à 37 \$/t, le gaz est, quant à lui, au prix incroyablement bas de 1,8 \$/Mbtu, ce qui a entraîné

une réduction du prix du MWh américain à 24,3 \$, contre 36,1 \$ il y a 5 ans.

De ce fait, même si le *Clean Power Plan*⁴ a été suspendu par la Cour suprême, son exécution est de facto en cours, la productivité charbonnière n'arrivant plus à suivre l'évolution des cours.



En revanche, il est probable que la consommation mondiale de charbon continue à croître jusqu'en

2035, du fait principalement de la demande croissante de l'Inde et de l'Indonésie.

L'AMBITION CHINOISE

L'approche la plus révolutionnaire de l'évolution du système électrique vient de Chine, et, plus particulièrement, du State Grid Corporation of China (SGCC – la plus grande utility du monde) qui propose : "The Global Energy Interconnexion". Il s'agit de l'articulation de trois réseaux stratégiques avec une interconnexion globale entre :

- le réseau électrique,
- le réseau d'information,
- et le réseau de transport.

L'idée générale consiste :

- d'un côté, de faire en sorte que l'électricité soit mise en situation de satisfaire l'essentiel de l'utilisation finale d'énergie en généralisant les transferts d'usages (et en évacuant de la sorte l'usage direct du pétrole, du charbon ou du gaz),
- de l'autre, à produire de l'électricité à partir de sources décarbonées (hydraulique, nucléaire, Énergies renouvelables...) avec une cible de 80 % en 2050. Cette électricité sera transportée par un

3. En Europe, un prix de 100 €/tCO2 permettrait ainsi de réduire de 33% les émissions du secteur électrique selon un rapport de l'ADEME et RTE.

4. Le Clean power plan, élaboré par le président B. Obama et l'EPA (Environment Protection Agency), vise à réduire les gaz à effet de serre (GES) dans la production d'électricité. Il a néanmoins été suspendu par la Cour suprême américaine en février 2016.

vaste réseau de transport UHV (ultra high voltage) et de technologies Smart Local Grids (pour gérer les systèmes électriques locaux), ce qui permettra d'éviter les transports classiques d'énergie (par bateaux, trains, oléoducs...)

L'investissement envisagé pour connecter l'ensemble de la planète, et en particulier l'Asie et l'Europe serait de 13 000 mds de \$ d'ici 2050, ce qui inclue la mise en place de larges capacités de stockage. Le développement du photovoltaïque serait ainsi ciblé sur la ceinture tropicale et le potentiel éolien aux confins de l'arctique.

La mise en œuvre de cette stratégie a déjà commencé : SGCC a investi à l'extérieur avec 40 Mds \$ injectés dans le capital de différents gestionnaires de réseaux d'électricité (Italie, Portugal, Australie...), et dans le développement d'équipements (Brésil, Afrique...). De plus, la Chine, qui a déjà déployé 310 millions de compteurs intelligents, va porter ce nombre à plus de 800 millions d'ici fin 2017. Enfin, sur le court terme, la Chine entre dans une phase de normalisation qui va voir, dans un premier temps, le déclin progressif de l'usage du charbon au profit du gaz, puis du gaz au profit des énergies propres.

3 LES ÉVOLUTIONS TECHNOLOGIQUES MAJEURES

Il y a un consensus sur le fait que le driver majeur des ruptures dans le mix électrique sera la technologie. Tous s'accordent à dire que les bonnes technologies de stockage sont à découvrir, mais il est admis que celui-ci sera une des composantes majeures des systèmes électriques futurs.

Les autres évolutions techniques essentielles seront :

- La réduction importante des coûts de production des énergies renouvelables, et en particulier le photovoltaïque.
- Les technologies CCS sur la base de centrales supercritiques. Actuellement, aux USA, une unité de 450 MW fonctionne avec un niveau de captation de 65 %.
- Les nouvelles centrales nucléaires avec des durées de vie de 60 à 80 ans (y compris le prolongement de centrales existantes). Un aspect complémentaire sera le rôle dévolu à ces centrales pour le dessalement de l'eau de mer.
- Un développement majeur dans les *softwares*, le traitement de données et la maintenance prédictive.

Du côté du MIT (*MIT Energy Initiative*), plusieurs programmes de recherche sur des innovations de rupture sont en cours d'élaboration, notamment :

- sur le photovoltaïque : avec l'utilisation des graphènes en substitution du silicium, ce qui entraînerait une nette hausse des rendements de production.
- sur le stockage : c'est le soufre qui concurrencerait radicalement le procédé ion-lithium avec des cathodes en soufre et des anodes en soufre aqueux pour une nouvelle batterie dont le coût de restitution serait de 0,50 \$ / kWh contre 100 \$ en prix plancher pour les batteries lithium-ion actuelles (soit 200 fois moins cher !).

Les acteurs de l'électricité du monde entier réfléchissent à des technologies qui sont d'ores et déjà considérées comme des potentiels game changers. C'est donc une véritable course à l'innovation qui est engagée.

4 UN DÉFICIT GRAVE SUR LE PLAN RÉGULATOIRE

Au-delà de ces perspectives novatrices optimistes, les électriciens du monde entier restent confrontés à une régulation inadaptée et souvent contre-productive. Ce constat est ainsi général pour les *utilities* américaines, qui considèrent que le principal problème qui se pose à elles n'est pas le défi technologique mais les incohérences régulatrices.

Aux Etats-Unis, aux yeux des acteurs, le système régulateur ressemble en effet à un patchwork de mesures sur fond d'absence de stratégie claire des Etats. Par exemple, la transformation des systèmes électriques entraîne des besoins de financement conséquents (pour les interconnexions, les énergies renouvelables, l'efficacité énergétique,...) alors que

la valeur des *utilities* chute faute d'un *market design* adapté à l'intégration des énergies renouvelables.

Pour l'Europe, le discours est très similaire. Ainsi, Engie, qui cible 16 GW d'investissements en Énergies renouvelables dans l'UE d'ici 2025, fait remarquer que les CCGT, qui sont la composante clé de l'intégration des énergies renouvelables, sont victimes d'un *market design* défaillant et inadapté à leur rôle (15 GW ont déjà été fermés dans l'ensemble de l'UE).

Or, il y a un rapport clair entre les politiques publiques de soutien aux énergies renouvelables et l'effondrement des prix de marché. Le système électrique européen est ainsi très fragilisé (la capitalisation des *utilities* européennes est passée de 680 à 200 Mds € en 8 ans). L'atteinte des objectifs des énergies renouvelables est conditionnée par le coût du capital, et les coûts des financements des investissements sont eux-mêmes une conséquence des cours de bourse des *utilities*. Il y a donc une forte probabilité que les investissements nécessaires soient en partie financés par des énergéticiens étrangers à l'Union Européenne, et, en particulier, par des acteurs provenant d'Asie.

Par ailleurs, la digitalisation croissante du système électrique appelle de nouveaux besoins

de régulation. La gestion et l'exploitation des données énergétiques permettent de répondre aux demandes nouvelles des clients, dont les besoins évoluent, et d'améliorer profondément les processus de maintenance. Néanmoins, le développement du *big data* ouvre également la porte à d'énormes dangers en termes de cybersécurité. Cette dernière est devenue la préoccupation majeure des systèmes électriques américains.

Au total, tous les acteurs s'accordent sur le fait qu'un *market design* adapté doit rémunérer non seulement l'énergie, mais aussi la capacité et la flexibilité. De plus, ce *market design* doit être complété par un mécanisme de prix du carbone qui s'applique à tous les secteurs de l'économie mondiale.

Les autorités de régulation doivent donc s'adapter à un quadruple processus :

- La digitalisation croissante avec la mise à disposition des données et la sécurité des systèmes
- La nécessaire décarbonation
- Le développement décentralisé des énergies renouvelables variables à coût marginal nul
- L'efficacité énergétique, qui pose dans certains systèmes la question cruciale et non traitée de la régulation d'une industrie en décroissance.

5 CONCLUSION

La Cera Week a présenté les fondamentaux des énormes bouleversements à venir pour le secteur électrique mondial, à savoir l'attitude du binôme USA / Chine vis-à-vis de l'enjeu climatique, le développement des énergies renouvelables et la vitesse de déploiement des innovations de ruptures telles que le stockage. Néanmoins, ces bouleversements d'ordre mondial nécessitent de mobiliser des capitaux très importants dans un contexte d'inquiétude généralisée vis-à-vis des modes de régulations aux niveaux régionaux.

Les systèmes électriques régulés par des marchés sont confrontés à des crises importantes car les autorités de régulation ne se sont pas encore adaptées au changement de paradigme majeur qu'entraînent le développement des énergies renouvelables, la digitalisation et la lutte contre le réchauffement climatique. Le retard des autorités régulatrices par rapport à la situation économique des secteurs électriques risque de ralentir la transformation du système électrique à court et moyen termes.