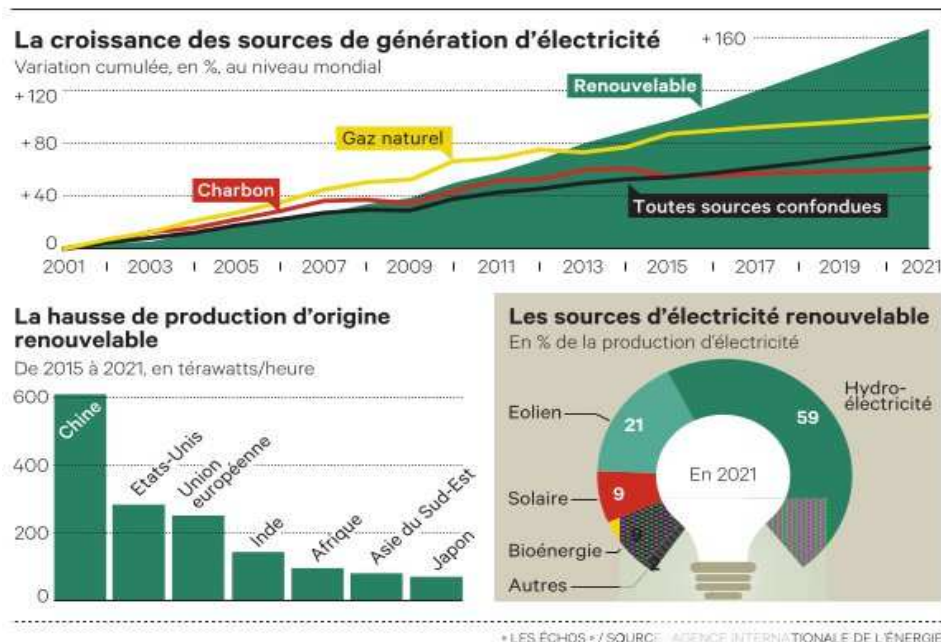


## Que penser du développement des énergies renouvelables ?

Au cours de la seule année 2015, la capacité mondiale de production d'électricité d'origine renouvelable a augmenté de 147 GWe, portant la capacité installée à 1849 GWe. Hors hydro, la capacité a augmenté de 120 GWe pour atteindre 785 GWe (1). Environ 80 à 90 % des capitaux engagés dans la création de nouvelles capacités électriques dans le monde en 2015, environ 300 milliards de dollars, irait aux énergies renouvelables, le tiers de cette somme étant investi par la seule Chine, au bénéfice d'ailleurs de sa propre industrie.



Et ce n'est pas près de s'arrêter !

Les projections à l'horizon 2035 sont très variables, les plus audacieuses allant jusqu'à une part des renouvelables de 100 % tirées par une électrification massive (y compris des moyens de transport, urbains en particulier), des efforts importants en matière d'efficacité énergétique et/ou des engagements forts en matière de lutte contre le changement climatique. C'est certainement irréaliste, surtout tant que le stockage n'aura pas progressé et compensé l'intermittence, et sans doute économiquement inefficace. Retenons plutôt des scénarios convergents autour de 50%. Ces projections supposent un flux d'investissement annuel allant de 300 milliards de dollars à 1000 milliards de dollars.

Ces chiffres donnent le vertige ! ...et les marchés historiques de l'électricité sont d'ailleurs eux-mêmes pris de vertige pour de nombreuses raisons, dont toutes ne sont pas imputables à ces nouvelles énergies.

Si le développement des énergies renouvelables a été aussi important dans les économies développées, c'est principalement du fait de choix politiques, se traduisant par des régimes de subventions, très (trop) généreux et dont on peut regretter (pour les contribuables ou les clients qui contribuent à ces subventions) qu'ils n'aient pas été régulièrement revus à la baisse pour tenir compte des fantastiques réductions de coûts constatées au cours des 10 dernières années.

Mais dans d'autres régions du monde, ce développement découlait du fait qu'il n'y avait pas d'autres moyens pour électrifier des territoires isolés et/ou dépourvus d'infrastructures. Les renouvelables ont permis à des centaines de millions de personnes qui en étaient privées d'accéder à l'électricité, et par effet induit à l'eau et au téléphone. Les réductions de coûts vont accélérer ce déploiement.

Le cas de la Chine relève d'une combinaison de ces deux approches, avec de surcroît un objectif stratégique : devenir le leader industriel mondial des équipements dans l'éolien terrestre et le photovoltaïque, dont on peut considérer qu'il est atteint. La mobilité électrique sera à coup sûr un nouvel axe de développement, tant les villes sont asphyxiées par le développement du parc automobile.

La poursuite de la baisse des coûts et l'arrivée des nouvelles technologies de l'information va encore accélérer le développement des énergies renouvelables et nous faire entrer dans une nouvelle

« révolution » industrielle. A condition toutefois que des progrès techniques et économiques substantiels aient lieu dans le domaine du stockage qui reste le maillon faible des énergies renouvelables.

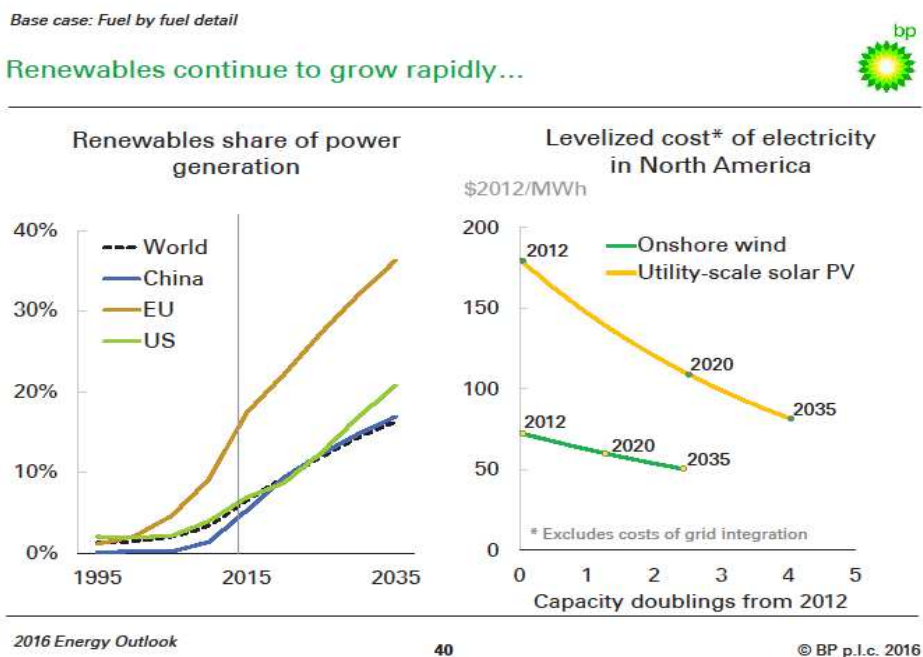
### Des coûts de production toujours en baisse rapide !

Les études ne manquent pas sur ce sujet aussi je me limiterai à citer deux exemples récents de résultats d'appels d'offres.

Dans le solaire, un appel d'offres à Dubai portant sur une capacité de 800 MWe a été remporté avec un prix de 30 US\$/MWh, en baisse de 50% par rapport à un appel d'offres significatif en Arabie Saoudite en janvier 2015. La baisse des coûts des panneaux photovoltaïques se poursuit portée par des volumes produits gigantesques (en Chine essentiellement) et des progrès technologiques. Il y a seulement 10 ans les niveaux de prix étaient 20 fois plus élevés.

Dans le domaine de l'éolien en mer, qui ne bénéficie pas des mêmes effets volumes que le photovoltaïques, ni de coûts « chinois », les turbines et leurs fondations étant produites en Europe, la baisse des prix amorcée plus récemment des poursuit, comme en témoigne un appel d'offres remporté par Vattenfall au Danemark à 60 €/MWh, pour un projet assez proche des côtes il est vrai, mais le résultat est très important pour la crédibilité de cette filière souvent jugée « luxueuse ».

BP, dans son dernier « Energy Outlook 2035 » estime que la baisse des coûts va se poursuivre à un rythme très rapide, -25% pour l'éolien terrestre et -40% pour le photovoltaïque de grande capacité au cours des 20 prochaines années.



Relevons cependant que les prix affichés ne comprennent pas le coût de la gestion de l'intermittence, que ce soit une centrale électrique en « back up » ou un stockage, ou – on en parle de plus en plus – la mutualisation des intermittences par les grands réseaux de transport, l'idée étant que quand les nuages passent au-dessus de l'Espagne le vent se lève quelque part en Allemagne.

Le facteur baisse des coûts et la volonté de « décarboner » le mix énergétique conduit BP à projeter une croissance de la production d'énergie d'origine renouvelable au cours de la période de 285% contre 50% pour le nucléaire, 44% pour le gaz, 20% pour le pétrole et 10% pour le charbon. Les poids respectifs dans la production d'énergie primaire en 2035 seraient de 29% pour le pétrole (contre 32% en 2014), 26% pour le gaz (contre 24%), 25% pour le charbon (contre 30%), 9% pour les renouvelables (contre 3%), 7% pour l'hydro (stable), 5% pour le nucléaire (contre 4%).

### Des systèmes de soutien qui évoluent et visent à une plus grande compétitivité

Le cas de l'Allemagne est très illustratif de cette évolution. C'est un pays où le système de soutien a totalement « dérapé » conduisant à des aberrations telles que le développement du solaire dans le nord du pays, sans pour autant que cela bénéficie aux industriels locaux qui ont été éliminés par le dumping chinois, et a enfin conduit à l'explosion de la « CSPE » allemande, la taxe EEG, prélevée

sur le consommateur particulier, multipliée par 12 en 10 ans. En 2016, l'Allemagne a réformé son système de soutien en imposant le recours aux appels d'offres et en limitant les quantités annuelles attribuées.

Dans d'autres pays, le régime de soutien consiste à obliger le développeur du projet à vendre sur le marché de gros, l'Etat compensant les écarts avec le prix de marché (système connu sous l'acronyme CFD : « contract for difference », mécanisme utilisé aussi pour Hinkley Point). La France pourrait très prochainement adopter ce système pour l'éolien terrestre, qui bénéficiait jusqu'à présent d'une obligation d'achat par EDF à prix garanti sur 15 ans.

L'évolution des systèmes de soutien vers moins de rentes et plus de compétitivité est une bonne chose, évidemment, mais ces évolutions doivent être gérées avec doigté. Les annonces de changement des règles du jeu, radicales en Espagne (avec effet rétroactif), plus récemment en Allemagne et au Royaume Uni, ont différé le développement de nombreux projets au détriment des acteurs concernés et in fine de l'efficacité économique globale.

Enfin, on peut regretter qu'aucun mécanisme, en dehors du soutien à la R&D, ne soutienne les investissements dans le domaine du stockage de l'électricité à la hauteur de ses enjeux.

Il est à noter également que le soutien aux renouvelables n'est plus exclusivement le fait des Etats. De plus en plus de Régions, de Villes, bref de « Territoires » adoptent des politiques en matière de développement des renouvelables.

Enfin, dans certaines conditions favorables, la performance des équipements permet maintenant de lancer des projets sans subvention aucune.

### **La déstabilisation du marché européen de l'électricité**

En Europe, les énergies renouvelables sont souvent accusées d'avoir déstabilisé le marché de l'électricité, ce qui est un peu « simpliste ». En réalité, l'Union Européenne, en libéralisant les marchés de tout en encourageant des énergies renouvelables régulées et subventionnées, n'avait pas perçu l'incohérence de cette réforme.

L'arrivée sur marché de cette électricité renouvelable, déjà « payée », intermittente et prioritaire sur le réseau a révélé l'incohérence de cette réforme, aux effets déstabilisateurs pour le marché et les opérateurs historiques, et ce depuis de nombreuses années. Chaque énergie a son rôle à jouer dans le mix électrique, en particulier pour assurer à tout moment la sécurité d'approvisionnement. Le fonctionnement actuel du marché n'est pas satisfaisant à cet égard et est porteur de risques futurs.

Le prix de marché de l'électricité a atteint 23 €/MWh en septembre sur Epex Spot. Un tel niveau de prix, bien inférieur aux coûts de revient des électriciens, et qui n'intègre aucune composante carbone, a de lourdes conséquences sur leurs comptes de résultats et leur capacité d'investissement. Mais au-delà de pertes économiques immédiates, c'est en réalité leur « business model », leur « chaîne de valeur » qui sont remis en cause. Selon Bloomberg, EON gagnerait trois fois plus d'argent avec ses 6 GWe de renouvelables qu'avec ses 30 GWe de fossile. Et ajoute que les électriciens cherchent naturellement de la croissance, mais dans des domaines régulés ou quasi-régulés, renouvelables, distribution, services ...au plus près du client final.

L'Europe doit maintenant agir sur cette question essentielle de la régulation globale du marché, ainsi que sur les sujets du stockage de l'électricité (en s'assurant que l'industrie européenne en bénéficie, ne renouvelons pas l'expérience du photovoltaïque !), de la mise en place de marchés de capacité visant à garantir la sécurité d'approvisionnement, et bien évidemment du prix du carbone, pour lesquels des mécanismes de prix restent à édicter.

### **Une dimension sociétale particulière**

Au-delà de l'aspect subventions, les renouvelables ont su tirer parti d'une image « sympathique » auprès des décideurs, d'entreprises ou des particuliers, qui sont à l'origine de très nombreux projets.

En Allemagne, une part importante des investissements a été le fait de particuliers, d'agriculteurs, parfois sous des formes associatives, et assez peu le fait des grands électriciens (sauf dans le cas de très grands projets comme l'éolien en mer).

L'exemple d'Ikea est intéressant. L'entreprise a déjà investi 1,5 milliards d'euros depuis 2009 et dispose de 314 éoliennes et 700 000 panneaux solaires. Ikea prévoit d'investir encore 1 milliard d'euros et vise 100 % d'approvisionnement de ses sites en énergies renouvelables en 2020. Ce phénomène se rencontre en Allemagne et Europe du Nord, mais aussi en Californie, où l'écologie

relève de l'éthique individuelle depuis longtemps. Les Google et autres acteurs des technologies de l'information investissent massivement, par conviction mais aussi par intérêt, tant ils sont persuadés que les technologies de l'information révolutionneront le secteur de l'énergie.

La dimension sociétale ne doit donc pas être sous-estimée dans le développement de cette énergie, qui connaîtra certainement un essor accru avec le développement de l'autoconsommation et de la voiture électrique, qui est non seulement un moyen de transport mais aussi de stockage de l'électricité, au moins dans les régions disposant d'un certain niveau de vie.

Mais le développement des énergies renouvelables est parfois entravé par des problèmes d'acceptation. Les cas d'oppositions aux champs éoliens terrestres sont légion. L'opposition aux champs offshore semble moindre. Les opérateurs concernés sont très attentifs à la concertation avec les parties prenantes locales le plus en amont possible. Ils mettent en avant à juste titre les impacts économiques sur les territoires, en matière de création d'emplois, plus aisée dans l'éolien que dans le photovoltaïque.

### **Le photovoltaïque, même de grande taille, ne semble pas susciter d'opposition.**

L'exploitation de la biomasse est par contre un sujet sensible, dans le cas de centrales de grande capacité à l'instar de celle de Gardanne en Provence, une inquiétude ayant émergé sur la concurrence entre les besoins de biomasse de la centrale et les besoins locaux pré existants. Cette question de concurrence d'usages est également très vive dans le cas des bio-carburants d'origine agricole assez souvent décriés. Enfin, il convient de mentionner que le développement de compteurs intelligents est jugé « intrusif » par certains.

### **Quelles perspectives ?**

Pour toutes les raisons que nous avons évoquées, et aussi en raison de son caractère encore « jeune », l'énergie renouvelable a connu un développement un peu anarchique, en témoigne un développement industriel parfois confus, avec de nombreuses réussites telles que l'amélioration des rendements des cellules solaires, ou de la capacité unitaire des éoliennes, avec des baisses de coûts spectaculaires mais aussi de nombreux échecs, mais c'est la loi de la nature dans ce genre de révolution, souvenons-nous des premiers âges de l'automobile ou de l'aviation.

### **Quelles sont les prochaines grandes étapes du développement des énergies renouvelables ?**

Tout d'abord les renouvelables ne pourront à eux seuls couvrir les besoins électriques de l'ensemble des habitants de cette planète surtout avec les enjeux qui sont devant nous. 2 chiffres : la demande en électricité va croître de 70% d'ici 2040 et nous devons en même temps réduire l'émission de gaz à effet de serre de 50% d'ici 2050. Les renouvelables ne suffiront pas.

Du point de vue environnemental, il serait aberrant que le développement des renouvelables entraîne une hausse des émissions de CO2 comme cela a été constaté en Allemagne. Décarboner l'électricité est possible en combinant les atouts respectifs des renouvelables et du nucléaire. Le développement de la voiture électrique serait un levier très favorable au rapprochement de ces deux énergies dont les complémentarités sont évidentes.

C'est avec la combinaison de ces énergies avec les technologies de l'information et de la communication qu'un monde nouveau s'ouvre, avec des conséquences de toutes sortes.

Par exemple, une meilleure connaissance à l'instant « t » de la demande (et de son évolution dans l'heure, la journée, la semaine, etc) et de l'offre, permettra une meilleure maîtrise de l'équilibre du système, surtout s'il est possible d'en déduire un « signal prix » qui conduira le consommateur, le distributeur et le producteur à rechercher des optimums économiques. La connaissance fine de ces données extrêmement nombreuses, et la mise au point de modèles prédictifs permettra de révéler des surcapacités, de lisser les pointes, d'éviter des surinvestissements, de gérer et non de subir l'intermittence des renouvelables, et d'ouvrir de nouveaux *business models* aux différents acteurs de cet écosystème complexe.

Les électriciens espèrent évidemment retrouver un rôle central dans cette évolution (révolution) qu'ils n'ont, pour certains, pas vu venir, en Allemagne en particulier.

Isabelle Kocher, qui dirige Engie (ex GdF Suez) depuis mai dernier le déclare dans Le Monde du 23 septembre dernier : « A l'échéance de 2050, 50 % de l'énergie sera produite par des grandes usines et acheminée par des grands réseaux – c'est le système que l'on connaît dans l'ensemble des pays développés – et 50 % d'énergie décentralisée, produite sur le site de la consommation, chez vous, à la maison, dans les buildings ou les usines dans lesquelles vous travaillez ».

Mais rien n'est acquis : les électriciens traditionnels vivront une révolution et verront arriver de nouveaux entrants : des équipementiers ( fournissant les capteurs, compteurs et autres objets permettant l'acquisition des données, et désireux d'incorporer de la valeur ajoutée par exemple dans le pilotage de la consommation, l'amélioration de l'efficacité énergétique...), des opérateurs de smart grids ( qui visent aussi les mêmes objectifs ) , des fournisseurs de moyens de stockage décentralisés (Elon Musk attaque ce marché avec Tesla, la batterie de la voiture électrique étant un outil de stockage, ou avec des batteries fixes dans la maison, ce qui explique également l'intérêt de Total déjà propriétaire de Sunpower pour SAFT, mais d'autres systèmes que les batteries peuvent-ils émerger ? ), ou des installateurs de moyens de production décentralisés ( on pense évidemment aux panneaux photovoltaïques...et l'on retrouve Elon Musk avec Solar City), ou des acheteurs de l'électricité que vous aurez produite et non consommée, et vendue en direct localement, ou ailleurs via des « agrégateurs », et enfin (mais la liste n'est certainement pas exhaustive ...) ceux des électriciens qui auront réussi à trouver leur positionnement dans ce monde nouveau.

Comme toute révolution, celle-ci verra des acteurs mourir et d'autres naître.

La révolution est en marche, mais à quelle vitesse ? ...et surtout : au profit de qui ? et avec quels dispositifs de régulation ?

On a perdu de vue les risques géopolitiques ?

Un atout des énergies renouvelables n'est curieusement pas beaucoup mis en avant par leurs promoteurs : la contribution à la sécurité d'approvisionnement, une préoccupation qui semble être passée au second plan ce qui est paradoxal au vu de la « dangerosité » du monde actuel, tout spécialement au Moyen Orient...

### **Quelques chiffres pour la France (source RTE Panorama de l'électricité renouvelable au 30 juin 2016)**

La part des énergies renouvelables dans la production électrique française a atteint 26 % de la production électrique totale au cours du 2ème trimestre 2016. Ce résultat provient d'une très abondante production hydroélectrique au printemps. Le 2eme trimestre a vu le raccordement au réseau de 728 MW de nouvelles capacités, portant le total des 12 derniers mois à 2140 MW constitués à 90 % d'éolien terrestre et de photovoltaïque.

Le parc éolien atteint 10 847 MW. La production éolienne a été de 23 TWh sur les 12 derniers mois, en hausse de 27% par rapport aux 12 mois précédents. La production représente 4,9% de la consommation nationale.

Le parc photovoltaïque atteint 6 547 MW. La production solaire a été de 7,7 TWh sur les 12 derniers mois, en hausse de plus de 16% par rapport aux 12 mois précédents. La production représente 1,6% de la consommation nationale.

Le parc de la filière bioénergies électriques s'élève à 1 888 MW. Sa production a été de 6,4 TWh sur les 12 derniers mois en hausse de 11% par rapport aux 12 mois précédents. La production représente 1,35% de la consommation nationale.

Avec 25 468 MW d'hydraulique, le parc de production d'électricité renouvelable est de 44 750 MW. Il atteint 87% de l'objectif 2018 de la PPI (programmation pluriannuelle des investissements). Rappelons que l'objectif de la transition énergétique est de porter à 40% la part des renouvelables dans le mix électrique en 2030.

Louis-François Durrel  
Janvier 2017