



COMMISSION  
DE RÉGULATION  
DE L'ÉNERGIE

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

# Décryptages

LE MAGAZINE DE LA COMMISSION DE RÉGULATION DE L'ÉNERGIE (CRE) - JUIN 2018 • N°56

## 06 GRAND ANGLE

LES PREMIÈRES CONCLUSIONS  
DU COMITÉ DE PROSPECTIVE



02

**PAROLE À...**

JEAN JOUZEL

"Les acteurs de l'énergie ont un rôle essentiel  
à jouer dans la préservation du climat."

05

**RETOUR SUR**

COUP D'ŒIL SUR LES ACTUALITÉS  
DE L'ÉNERGIE DANS LE MONDE



## BIOGRAPHIE

### Actuellement :

Directeur de Recherche émérite au CEA, Jean Jouzel y a fait l'essentiel de sa carrière scientifique consacrée à la reconstitution des climats du passé à partir de l'étude des glaces de l'Antarctique et du Groenland.

- De 2001 à 2008, il a été Directeur de l'Institut Pierre Simon Laplace (IPSL) impliqué dans les recherches sur l'environnement global.
- Il a participé au titre d'auteur principal aux deuxième et troisième rapports du GIEC (Prix Nobel de la Paix en 2007) et a été le vice-président du groupe de travail scientifique du GIEC de 2002 à 2015.
- En 2012, il a reçu le Prix de la Fondation Albert II de Monaco et le Prix Vetlesen, considéré comme le « Nobel des Sciences de la Terre et de l'Univers ».
- Il est membre du Conseil Economique, Social et Environnemental (CESE) depuis 2011.

# JEAN JOUZEL

« Les acteurs de l'énergie ont un rôle essentiel à jouer dans la préservation du climat. »

**Jean Jouzel, Directeur de Recherche émérite au CEA, co-auteur de deux rapports du GIEC est reconnu comme l'un des ambassadeurs de la lutte contre le réchauffement climatique. Il rappelle inlassablement que, si le pic d'émissions des gaz à effet de serre n'est pas atteint d'ici à 2020, il deviendra très difficile de respecter l'Accord de Paris et de limiter à 2°C le réchauffement de la Terre.**

### Les dernières nouvelles sur le front du climat ne sont pas très bonnes, avec une hausse globale des émissions de CO<sub>2</sub> en 2017. Où en est le climat de notre planète ?

**Jean Jouzel :** En 2017, les émissions de CO<sub>2</sub> ont recommencé à augmenter après une quasi-stagnation entre 2014 et 2016. Cette hausse est notamment liée à l'augmentation des émissions en Chine. Mais en France non plus nous ne sommes pas sur la bonne trajectoire. Là où on attendait une baisse de 3 %, les émissions ont augmenté de 3,5 %. Ces chiffres sont très décevants alors qu'il y a urgence à atteindre le pic des émissions des gaz à effet de serre. Si ce pic n'est pas atteint en 2020, il sera très difficile de respecter l'Accord de Paris. Je rappelle que l'augmentation de l'effet de serre se traduit par une augmentation de la quantité de chaleur disponible dans les différentes composantes du système climatique, dont plus de 90 % sont absorbés par l'océan. L'indicateur clé du réchauffement est l'élévation du niveau de la mer, conséquence de la dilatation de l'océan du fait de son réchauffement et de la fonte des glaces du Groenland et de l'Antarctique de l'ouest. En outre, depuis le début

des années 2010, nous avons connu les années les plus chaudes depuis 150 ans. 2016 a été une année record en termes de phénomènes climatiques extrêmes. Il n'y a pas vraiment de bonne nouvelle sur le front du climat.

### Quel est le rôle de l'énergie dans le changement climatique ?

**JJ :** Les énergies fossiles constituent le principal contributeur à l'augmentation de l'effet de serre, qui est liée aux trois-quarts aux émissions de CO<sub>2</sub>. Ces émissions sont pour environ à 85 % liées aux combustibles fossiles – qui restent notre première source énergétique – à 10 % à la déforestation et à 5 % à la fabrication du ciment. Actuellement, nous émettons 40 milliards de tonnes de CO<sub>2</sub> par an. Si on veut rester en-deçà de 2°C de réchauffement, il ne faudrait pas à l'avenir en émettre plus de 800 milliards de tonnes. Nous n'avons plus que vingt ans d'émissions au rythme actuel. Pour respecter l'Accord de Paris, une condition nécessaire, mais pas suffisante, est de limiter les émissions de CO<sub>2</sub>. Cette condition ne tient que si les émissions d'autres gaz à effet de serre n'augmentent pas.

**Les prix des énergies renouvelables et du stockage d'électricité baissent rapidement. L'étude de la CRE publiée récemment montre que des systèmes fortement décarbonés (à plus de 80 %) sont viables à l'horizon 2050. Pensez-vous que les énergies renouvelables peuvent « sauver le climat » ?**

**JJ :** Développer les renouvelables est indispensable pour limiter le réchauffement climatique. Si on veut respecter l'objectif de 2°C, il faut arriver à la neutralité carbone dans la deuxième moitié de ce siècle et donc quasiment ne plus utiliser de fossiles à l'horizon 2070-2080. Dans un rapport sur les énergies renouvelables, le GIEC a estimé que, si on y mettait les moyens et si les décisions étaient prises rapidement, on pouvait espérer que la moitié de notre énergie soit d'origine renouvelable à l'horizon 2050. Cela montre le potentiel très important des renouvelables. Mais récemment l'Agence internationale de l'énergie (AIE) a estimé que les émissions liées aux combustibles fossiles vont continuer à croître jusqu'en 2040. Si c'était le cas, cela ne laisserait pas de place aux renouvelables et conduirait à un réchauffement très important. Il est peu probable que seules les énergies renouvelables puissent répondre à l'objectif de la neutralité carbone. D'autres solutions complémentaires doivent être mises en œuvre, comme le captage du gaz carbonique. Le nucléaire aussi présente l'avantage de ne pas émettre de CO<sub>2</sub>. Il faut que les renouvelables se développent et prennent rapidement la place du charbon.

**On observe que le charbon résiste, en Chine notamment mais aussi en Europe. Quelle est selon vous la meilleure stratégie pour accélérer le déclin du charbon ?**

**JJ :** Si la pression citoyenne était suffisante, le secteur financier pourrait être amené à ne plus soutenir la filière du charbon. Il faudrait arrêter les subventions. Mais la meilleure façon de limiter l'utilisation non seulement du charbon, mais aussi des autres combustibles fossiles, reste de fixer, au niveau mondial, un prix du CO<sub>2</sub> assez élevé pour accélérer le développement des énergies renouvelables. Cependant ces énergies doivent devenir à terme compétitives, sans aides. Malheureusement, au niveau international, nous sommes loin d'une telle décision. Dans de nombreux pays, le charbon est disponible et peu cher. Il est source d'emplois. Mais le développement des renouvelables va aussi créer de nouveaux

emplois. Les transitions sont toujours difficiles. Il faut les anticiper et les préparer.

**Le gaz naturel émet moins de CO<sub>2</sub> que le charbon et le pétrole, et peut jouer un rôle pour faciliter l'insertion des EnR intermittentes dans les systèmes électriques. Quel est votre point de vue sur l'avenir du gaz naturel ?**

Il est certain que la production d'énergie à partir de gaz naturel émet deux fois moins de gaz à effet de serre qu'à partir de charbon. Le rapport est intermédiaire avec le pétrole. Le gaz naturel peut aider à la transition dans les pays qui utilisent du charbon. En outre, les réseaux de gaz permettent d'introduire de l'hydrogène et du méthane de synthèse dans le système énergétique. Ils sont un moyen de stoc-



L'avenir du gaz n'est possible que si la transition vers le gaz renouvelable est rapide et s'opère à des coûts compétitifs.

ker l'énergie issue des renouvelables. Néanmoins, l'avenir du gaz n'est possible que si la transition vers le gaz renouvelable est rapide et s'opère à des coûts compétitifs.

**Le secteur du transport semble avoir des perspectives prometteuses de décarbonation, particulièrement dans des pays dont le mix électrique est peu carboné. Quelle est votre vision du transport de demain ?**

**JJ :** Les transports sont l'un des secteurs où les émissions augmentent le plus rapidement. Différents vecteurs sont possibles pour la mobilité de demain. L'électricité en sera le principal en France. Mais cela n'aura de sens que si l'électricité est produite à partir d'énergie n'émettant pas de gaz à effet de serre. Il ne faut pas négliger la pile à combustible. Je suis heureux que Nicolas Hulot ait consacré un plan à l'hydrogène. Le couplage entre la production d'hydrogène et la production d'électricité renouvelable via l'hydrolyse est particulièrement intéressant car il permet de stocker l'énergie pour la restituer plus tard sous

forme d'électricité ou de gaz par méthanation. Si nous n'utilisons pas les sources d'énergies renouvelables de façon optimale, nous manquerons la cible.

**On vous présente souvent comme l'ambassadeur du climat. Quels messages forts souhaitez-vous faire passer aux acteurs de l'énergie ?**

**JJ :** Les acteurs de l'énergie ont un rôle essentiel à jouer dans la lutte contre le réchauffement climatique. Les énergéticiens doivent garder en tête que le premier levier reste l'efficacité énergétique et les économies d'énergie, même si c'est difficile de demander à ses clients de limiter leur consommation. Ils doivent avoir une vraie vision citoyenne. Les grands acteurs du secteur, comme EDF, doivent aussi accep-

ter que de nouveaux acteurs – collectivités locales, PME, citoyens, etc. – participent à la production d'énergie et aux décisions relatives à ces usages. C'est un monde qui change pour les énergéticiens. Je pense que c'est positif et que cela favorise le développement des énergies renouvelables. Actuellement les oppositions locales sont un frein au développement des renouvelables, mais il faudra aussi beaucoup d'innovation et de recherches pour diminuer encore leurs coûts, rendre compétitif le stockage, éviter l'utilisation de terres rares dans les installations solaires, donner au client final les moyens de gérer sa consommation, etc. Quand ces caps auront été passés, les EnR s'imposeront, je l'espère, naturellement aux consommateurs.



## « La CRE, par sa position de gardienne de l'équilibre du système énergétique, doit libérer l'avenir. »

Dès mon arrivée, j'ai tenu à lancer un Comité de prospective au sein de la Commission de régulation de l'énergie. Loin de le concevoir comme instrument d'influence ou d'affichage, j'y voyais un outil de construction collective, adapté à un monde énergétique soumis à de profondes transformations. Le bon exercice des missions de la CRE la contraint à la plus extrême attention face aux évolutions du monde. Aucun pays, aucune institution, aucun acteur énergétique ne sauraient se réfugier derrière d'anciennes certitudes trop confortables. Deux mouvements, notamment, poussent l'âge contemporain à se remettre en cause.

Tout d'abord, la transition énergétique. Les opinions publiques mondiales changent. Elles interpellent leurs gouvernements avec une fermeté inédite sur leurs actions en matière de développement durable. En 50 ans, le niveau des océans pourrait s'élever d'un mètre d'ici le siècle prochain. Les ouragans et cyclones, les feux de forêt et sécheresses, défraient une actualité toujours plus génératrice de catastrophes ; la France n'est pas épargnée, comme le montra récemment la dévastation des îles de Saint-Martin et Saint-Barthélemy. A quoi s'ajoutent des risques d'ampleur nouvelle pour des centaines de millions d'êtres humains menacés par les migrations climatiques et les grandes pauvretés. Les maladies liées aux impuretés de l'air sont désormais connues, affectant particulièrement les enfants, les personnes âgées, les plus faibles. Le mouvement est planétaire, comme le montra l'accord de Paris de décembre 2015. Il faut moins polluer, il faut plus se renouveler, il faut innover, coopérer, surprendre. Il faut maîtriser notre empreinte écologique.

Ensuite, la révolution numérique. Nos écono-

mies disposent depuis la révolution numérique d'instruments inédits d'innovation, d'efficacité et de réappropriation par les citoyens eux-mêmes de nombreux phénomènes qui leur échappaient. L'énergie ne fait pas exception. En matière de maîtrise des réseaux, de contrôle de sa propre consommation, d'économies d'énergie, de planification, le numérique ne fait que commencer à alimenter l'imagination des esprits industriels, pour vivre mieux. Toutefois, les craintes face aux dérives des usages algorithmiques, dépossédant les gens de tout contrôle sur des techniques assimilées à des technologies de surveillance et de gestion fine des comportements, s'expriment de plus en plus. C'est le rôle de la CRE d'évaluer le bénéfice social des nouvelles techniques, au service du consommateur, pour que le progrès technique demeure un outil au service des citoyens, dans un marché ouvert et renouvelé.

Transition énergétique, révolution numérique : le monde change. La CRE, par sa position de gardienne de l'équilibre du système énergétique, doit animer le travail d'éclairage de l'avenir. Tous les acteurs de l'énergie ont ainsi participé à des travaux passionnants toute l'année. Qu'en retient-on ?

- Une étude sur les enjeux stratégiques commandée aux consultants d'E-Cube, qui dessine un monde énergétique différent, dans lequel le défi de la transition énergétique a été relevé. En 2050, les énergies renouvelables, très compétitives, pourraient s'imposer, mêmes intermittentes, par la gestion des flexibilités. Développement massif du stockage, des investissements dans un monde de prix volatils, techniques de décentralisation des systèmes... Nous pouvons affronter l'avenir, et même l'aimer.

- Deux missions internationales, en Californie et en Chine, les principaux émetteurs de

gaz à effet de serre mondiaux, mais également les économies les plus engagées dans la lutte contre le changement climatique. Terres de conciliation entre immenses efforts d'innovation et efficacité industrielle, elles sont les lieux où se dessine l'avenir énergétique.

- Trois rapports des trois groupes de travail du Comité prospective.

- Le premier traitant de l'impact du développement des mobilités propres sur le mix énergétique. Electromobilité, efficacité de batteries de moins en moins chères, enjeux du pilotage de la charge, avenir des biocarburants, déploiements de techniques numériques d'optimisation, le rapport éclaire un monde d'enjeux et de possibilités.

- Le deuxième rapport concerne la flexibilité et le stockage sur les réseaux d'énergie à horizon 2030. Le développement massif des énergies renouvelables intermittentes, qui ne produisent pas de manière coordonnée avec la consommation, doit être envisagé avec celui du stockage par batterie, une baisse des coûts, une flexibilité saisonnière et une gestion moderne des réseaux.

- Le troisième rapport étudie les impacts complexes du numérique sur le consommateur d'énergie et décrit un monde de larges opportunités, maîtrisées par les entreprises mais encore pas complètement exploitées par les consommateurs.

Eclairer l'avenir, animer un débat permanent entre acteurs de l'énergie pour envisager avec confiance les évolutions futures du secteur de l'énergie, c'est l'objectif de ce Comité de prospective dont cette première saison a montré qu'il n'était pas utopique de parier sur l'intelligence collective.

**Jean-François Carencu, Président**



# COUP D'ŒIL SUR LES ACTUALITÉS DE L'ÉNERGIE DANS LE MONDE

## 22/03/2018 : HAUSSE DES ÉMISSIONS MONDIALES DE CO<sub>2</sub> LIÉES À L'USAGE DE L'ÉNERGIE

Le 22 mars, l'Agence internationale de l'énergie (AIE) a fait état d'une hausse des émissions mondiales de gaz carbonique liées à l'usage de l'énergie de 1,4 % en 2017. Les combustibles fossiles à bas prix, une croissance économique mondiale en hausse et des États dont la politique de réduction des émissions s'avère souvent timide ont eu raison des trois années de stagnation écoulées. Cette hausse est due, pour les deux tiers, aux pays asiatiques, et ce malgré les efforts chinois pour investir dans les énergies propres.

## 10/04/2018 : APPLE PASSE AU 100 % RENEUVELABLE

La société Apple, première capitalisation mondiale avec environ 900 milliards de dollars, se fournit désormais uniquement d'électricité produite à partir d'énergies renouvelables, pour l'ensemble de ses bureaux, magasins et data centers répartis dans 43 pays. Apple encourage également ses fournisseurs et sous-traitants à faire de même. S'alimenter en électricité verte pourrait même devenir un critère obligatoire à l'avenir pour rester fournisseur de la firme à la pomme.

## 06/05/2018 : NOUVEAU RECORD DE LA CONCENTRATION MOYENNE DE CO<sub>2</sub> DANS L'ATMOSPHÈRE

L'observatoire de Mauna Loa, à Hawaï, a mesuré une concentration moyenne de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère de 410,31 parts par million (ppm) au cours du mois d'avril. C'est la première fois que le seuil de 410 ppm est dépassé sur une moyenne mensuelle. Le seuil de 400 ppm journalier avait été franchi en 2013, sachant que la toute première mesure, en 1958, était de 280 ppm. Rappelons qu'un seuil moyen de 450 ppm correspond à une hausse de la température de la planète de 2°C. A ce rythme, nous atteindrons 450 ppm avant 2050.

## 02/02/2017 : EN ROUTE POUR LA RECONVERSION ÉNERGÉTIQUE

Les Pays-Bas ont annoncé cette semaine la fermeture définitive de leurs centrales au charbon dans la prochaine décennie. Deux centrales construites dans la décennie 1990 fermeront en 2024, trois autres, récentes (construites entre 2015 et 2016) fermeront en 2029, au nom des impératifs politiques de lutte contre le changement climatique.

## 10/05/2018 : NOUVELLES NORMES DE CONSTRUCTION AU GOLDEN STATE

La Californie vient de rendre obligatoire la pose de panneaux solaires sur tous les nouveaux bâtiments résidentiels construits dans l'État. Ces nouvelles normes de construction, adoptées à l'unanimité par la Commission californienne de l'énergie, devraient entrer en vigueur au 1<sup>er</sup> janvier 2020. Cette décision s'inscrit dans le cadre de l'objectif fixé par l'État de réduire de 50 % la consommation énergétique des nouveaux logements. La Commission californienne de l'énergie affirme que ces nouvelles dispositions permettraient de réduire les émissions de gaz à effet de serre de l'État autant que le retrait de 115 000 voitures à carburant fossile de la circulation.

## 10/04/2018 : L'INDE MISE SUR LES ÉNERGIES RENEUVELABLES

Le gouvernement indien a dévoilé le 19 avril son National electricity plan (NEP), avec un objectif de 275 GW d'électricité produite à partir d'énergies renouvelables en 2027, contre 60 GW aujourd'hui. Avec près de 300 millions d'indiens sans électricité, un classement de 3<sup>e</sup> émetteur mondial de CO<sub>2</sub> et une qualité de l'air désastreuse dans de nombreuses grandes villes, l'Inde se doit d'être ambitieuse dans sa politique énergétique. Ce nouveau plan national pour l'électricité s'inscrit dans le sillon des ambitions du pays qui mise sur les EnR pour soutenir l'augmentation de la demande d'électri-



cité induite par sa forte croissance économique. De nombreux appels d'offres en résultent, dont un projet de parc solaire de 5 GW sur 11 hectares, le plus grand parc solaire du monde.

## 10/05/2018 : LES ÉNERGIES RENEUVELABLES PASSENT LE CAP DES 10 MILLIONS D'EMPLOIS

Selon l'Agence internationale pour les énergies renouvelables (Irena), le secteur des énergies « vertes » emploie aujourd'hui plus de 10,34 millions de personnes dans le monde, toutes filières confondues. 60 % des forces vives sont concentrées en Asie dont près de 40 % en Chine contre 1 % seulement en France.

# LE MONDE ÉNERGÉTIQUE DE DEMAIN : ÉTUDE SUR LES PERSPECTIVES STRATÉGIQUES DE L'ÉNERGIE

La CRE a publié le 30 mai dernier une étude stratégique, commandée à la société *E-CUBE Strategy*, sur les évolutions et mutations dans le secteur de l'énergie et sur les tendances prévisibles à moyen et long terme, en France, en Europe et dans le monde. L'étude a permis de faire ressortir une douzaine de thèses prospectives qui permettent de dresser le portrait du monde énergétique de demain, refaçonné sous l'action de la transition énergétique et de la transformation numérique. Plus de 80 experts français et internationaux interrogés se sont prononcés sur ces thèses décrivant ce que pourrait être un futur énergétique en 2030 et 2050.

Les experts interrogés sont originaires de France (20 %), d'Europe hors France (15 %), d'Amérique (20 %), de la zone Asie-Pacifique (25 %) et d'autres pays (5 %). Le reste du panel (15 %) est constitué d'experts issus d'entités internationales ou européennes. Si une diversité importante d'acteurs du secteur est représentée, les profils académiques ou institutionnels, qui présentent a priori un parti pris plus limité au regard des enjeux abordés, ont été ciblés en priorité. Ils représentent environ 70 % des personnes consultées.

## DES CONSENSUS

Des réponses des experts émergent plusieurs zones de consensus. Tout d'abord, l'électrification des transports et de la chaleur devrait jouer un rôle majeur dans l'évolution de la demande finale en électricité sous l'effet d'une baisse de la demande en produits pétroliers. Les énergies renouvelables (EnR) qui connaissent déjà aujourd'hui un essor croissant, donneraient naissance, à long terme (2050), à des systèmes électriques décarbonés à plus de 80%. Ils constitueraient des alternatives très compétitives au thermique fossile, y compris dans les zones interconnectées. L'essor de ces systèmes largement décarbonés nécessiterait une meilleure coordination entre les gestionnaires de réseau de transport (GRT) et les gestionnaires de réseaux de distribution (GRD) d'une part, et entre le développement des moyens de production et celui des réseaux d'autre part. L'optimisation du développement des futurs systèmes électriques et de l'exploitation des nouvelles sources de flexibilité serait ainsi assurée. Les interconnexions existantes et à venir joueraient un rôle essentiel dans l'intégration des EnR dans le paysage énergétique



de demain : leur développement est indispensable. Enfin, dans ce contexte global, le risque d'envoyer des signaux de prix peu clairs serait plus important. Il conviendrait alors de repenser le market design afin d'introduire des signaux de prix de long terme indispensables au bon fonctionnement des marchés de l'énergie.

Si le rôle des EnR dans le monde énergétique de demain ne laisse aucun doute, la place de l'hydrogène dans ce tableau semble quant à elle plus incertaine. La majorité du panel semble en effet peu convaincue, à moyen et long terme, par l'essor d'une



12  
thèses élaborées

80  
experts français  
et internationaux

2050 :  
systèmes  
électriques  
décarbonés  
à plus de 80 %

économie et d'un rôle significatif pour l'hydrogène dans le futur mix énergétique. Cette thèse est la seule à recueillir une majorité d'avis négatifs à l'horizon 2030 et une majorité des répondants ne se prononcent pas à l'horizon 2050.

### DES POINTS DE DÉBAT

D'autres éléments font débat, et les experts ont des avis partagés sur deux points importants. D'une part, concernant la baisse des consommations d'électricité et de gaz en Europe. Les avis divergent, notamment pour l'électricité, sur les effets de compensation entre les efforts d'efficacité énergétique et l'électrification des usages. D'autre part, concernant le rôle à long terme du système gazier et de ses infrastructures dans le mix énergétique. À l'horizon 2050, les avis positifs restent majoritaires sur le rôle important que joueront les infrastructures gazières, mais des incertitudes émergent avec 45 % des experts qui ne sont pas convaincus ou ne se prononcent pas, contre seulement 28 % à l'horizon 2030.

### DES PISTES DE RÉFLEXION POUR LES RÉGULATEURS

Face aux mutations en cours et à venir dans le secteur de l'énergie, les régulateurs européens ont de nombreux chantiers à déployer à moyen et long terme. La transition énergétique se met en place et entraîne de nombreuses mutations dans le paysage énergétique : les modes de production évoluent, comme avec l'émergence de l'auto-

consommation, les réseaux se développent. Il est de la responsabilité de la régulation d'assurer la coordination de leur développement respectif, afin d'éviter tout surcoût important, et ainsi d'optimiser les coûts globaux de la transition énergétique. Une bonne coordination des GRT et des GRD sera la clé de voûte d'une intégration réussie des EnR au système, et de l'exploitation des ressources de flexibilité décentralisées. Le stockage distribué devra notamment faire l'objet d'une attention particulière de la part des régulateurs : son potentiel de développement est considérable et son intégration doit être favorisée à toutes les étapes de la chaîne de valeur de l'électricité.

Le déploiement des EnR s'accélère, il est primordial que la régulation suive le rythme. Pour ces filières de plus en plus compétitives, une réflexion sur le *market design* doit être poursuivie pour favoriser la mise en place de signaux de prix de long terme et fiables. Ces signaux permettront aux acteurs de se prémunir contre les conséquences coûteuses de mécanismes défaillants et de sécuriser le financement de nouveaux investissements. Ces réflexions peuvent d'ores et déjà s'appliquer au cas de l'autoconsommation. Les développements futurs dans ce domaine doivent dès aujourd'hui se construire sur des signaux économiques fiables dans le respect des principes d'équité et de solidarité nationale. Il sera également nécessaire de faciliter l'émergence de mécanismes incitatifs, en favorisant les appels d'offres par exemple. Ils s'inscriront en substitution des subventions pour assurer une efficacité éco-

nomique optimale. Qui dit plus d'EnR dit également plus d'intermittence. Pour assurer une bonne gestion du réseau, de nouvelles technologies voient le jour, comme le comptage évolué, et de nouvelles données apparaissent. Les approches de régulation, aussi bien françaises qu'européennes, devront être ajustées pour prendre en compte le rythme rapide de déploiement de ces nouvelles technologies et la multiplication des données afin d'inciter les opérateurs à les utiliser pour optimiser leur performance. Mais il est également primordial pour les régulateurs de garantir la confiance des consommateurs. Ils devront faciliter leur compréhension des nouveaux modes de fonctionnement du secteur et les accompagner dans l'intégration des nouvelles technologies à leur quotidien.

Enfin, pour faciliter une approche globale de la transition énergétique, la coordination entre les systèmes électrique et gazier devra être renforcée. Les interactions entre le gaz et l'électricité deviendront à l'avenir de plus en plus variées et complexes. Les régulateurs devront renforcer la coordination entre les acteurs et promouvoir ainsi une approche globale du système énergétique tout en veillant à éviter de nouveaux coûts échoués.

Pour découvrir l'étude en détail, rendez-vous sur le site internet du Comité de prospective : <http://prospective.cre.fr/etude-sur-les-perspectives-strategiques-dans-le-secteur-de-lenergie/>

## LES 12 THÈSES

1. La consommation d'énergie diminuera en Europe ;
2. Les mix électriques deviendront « naturellement » quasiment décarbonés grâce à la compétitivité des filières renouvelables ;
3. Le besoin en réseaux va croître alors même que leur taux d'utilisation va baisser ;
4. Il sera de plus en plus nécessaire de coordonner les investissements de production et de réseaux de transport, voire de distribution
5. Le développement de nouvelles formes de flexibilité répondant aux enjeux d'insertion de la production renouvelable changera à la fois la nature des réseaux et leur exploitation ;
6. En tant qu'instrument de flexibilité, le stockage par batteries deviendra une composante essentielle du système électrique ;
7. L'architecture hiérarchique descendante des grands réseaux évoluera vers un modèle articulant des grappes de microgrids ;
8. Le *market design* devra être adapté de façon à introduire des signaux de prix ou des contrats de long terme ;
9. En Europe, les infrastructures gazières continueront à jouer un rôle important notamment pour faciliter la transition énergétique ;
10. À long terme, une économie de l'hydrogène pourrait émerger ;
11. L'émergence des nouvelles technologies permettra au consommateur de prendre le contrôle sur son approvisionnement énergétique et sa consommation ;
12. Sous l'effet des nouvelles technologies et des enjeux sociaux et environnementaux, le rythme du changement d'une industrie traditionnellement très inertielle va s'accroître considérablement.



# PIERRE GERMAIN

## Directeur Associé ECUBE Stratégie Consultant

### La CRE vous a commandé une étude stratégique sur les évolutions et mutations dans le secteur de l'énergie. Pourquoi une telle étude ?

Le secteur de l'énergie connaît aujourd'hui des transformations majeures et particulièrement rapides. La baisse spectaculaire des coûts des énergies renouvelables et du stockage, combinée à l'impératif environnemental de réduction des émissions de CO2, accélèrent considérablement le rythme d'évolution d'un secteur aux constantes de temps historiquement longues. La révolution numérique participe à cette transformation, influençant les comportements des consommateurs, mais également les modes d'exploitation et de maintenance des réseaux et des équipements.

Dans ce contexte, notre étude a pour objectif d'analyser l'ensemble des mutations à l'œuvre et la manière dont elles questionnent le fonctionnement actuel des marchés de l'énergie, de replacer la situation française dans un contexte européen et mondial, et de dresser des perspectives à moyen et long terme afin d'éclairer les décisions prises aujourd'hui par les acteurs publics et les industriels du secteur.

### Quelles sont les tendances qui se dessinent ?

Au premier chef, la tendance structurante pour le secteur électrique (et la bonne nouvelle pour l'environnement) concerne la compétitivité des filières renouvelables hors subventions ou mécanismes incitatifs : à terme, toute décision d'investissement prise selon le seul principe de mérite économique conduira à choisir une technologie renouvelable, y compris dans les pays en développement.

La seconde tendance porte sur l'électrification du secteur en Europe, avec des transferts d'usage importants vers les transports et la chaleur, qui devrait considérablement

réduire la demande en produits pétroliers. L'émergence des filières renouvelables, dont la production est souvent intermittente, devra nécessairement s'accompagner d'adaptations du design de marché pour réintroduire des signaux de long terme pertinents sur lesquels des décisions d'investissements pourront être prises ; le besoin d'adaptation portera également sur la gestion des réseaux et l'exploitation de moyens de flexibilité de plus en plus décentralisés. Le stockage par batteries deviendra une composante essentielle du système électrique.

Enfin le consommateur, de plus en plus souvent auto-producteur, jouera un rôle croissant dans son approvisionnement et dans la maîtrise de sa consommation, grâce aux nouvelles technologies et au digital.

### Comment expliquez-vous les points de débat ?

Un point de débat récurrent est la capacité d'un système électrique à fonctionner avec une proportion importante de production intermittente. Autrement formulé, il n'est pas pertinent de comparer les seuls coûts de production par MWh sans prendre en compte le différentiel de service rendu par ces filières par rapport à un actif de production dispatchable. L'expérience des systèmes électriques insulaires suggèrent que les limites envisagées initialement sont sans cesse repoussées. Demeure néanmoins la question de la gestion de la variabilité saisonnière de la demande : les batteries ne pourront pas stocker l'énergie sur des durées longues permettant d'approvisionner la pointe hivernale de demande.

Cette question conduit à un second point de débat : le rôle à long terme des infrastructures gazières européennes. Le gaz est par nature la réponse à la question de la variabilité saisonnière de la demande. La filière se mobilise pour valoriser ses atouts tout en restant compatible avec les exigences envi-

ronnementales : développement des gaz verts et émergence des technologies de Power-To-Gas qui permettraient d'utiliser les infrastructures pour stocker l'excédent de production électrique renouvelable sous forme d'hydrogène.

**Trois groupes de travail ont été créés, qui, lors de sessions mensuelles, ont réuni 200 experts issus des institutions ou entreprises membres du Comité de prospective. La participation à ces groupes de travail est basée sur le volontariat. Ils ont produit des rapports de grande qualité qui seront présentés au cours de la matinée du 5 juillet**

- Le premier groupe traitait de l'impact du développement des mobilités propres sur le système énergétique. Électromobilité, batteries de moins en moins chères, enjeux du pilotage de la charge, avenir des biocarburants, déploiements de techniques numérique d'optimisation, le rapport montre que le secteur du transport peut contribuer fortement à la décarbonation de l'économie française.
- Le deuxième rapport a plongé dans la flexibilité et le stockage sur les réseaux d'énergie. Le développement massif des énergies renouvelables intermittentes est rendu possible par les progrès du stockage par batterie. Le gaz continuera à jouer un rôle indispensable pour la flexibilité saisonnière.
- Le troisième rapport étudie les impacts complexes du numérique sur le consommateur d'énergie et décrit un monde de larges opportunités, maîtrisées par les entreprises mais encore pas complètement exploitées par les consommateurs.



## LE GROUPE DE TRAVAIL N°1 : L'IMPACT DU DÉVELOPPEMENT DES MOBILITÉS PROPRES SUR LE MIX ÉNERGÉTIQUE



La décarbonation et la dépollution du secteur des transports s'enclenchent aujourd'hui, sous l'effet conjugué des progrès technologiques et de la montée en puissance des préoccupations environnementales liées au réchauffement climatique (ce secteur est le seul en Europe dont les émissions continuent à augmenter) et à la pollution locale, qui pousse les pouvoirs publics de tous niveaux à prendre des mesures ambitieuses et contraignantes. L'Europe est à la pointe de ce mouvement. Les réponses à ces défis seront néanmoins diverses selon les types de transports analysés et les usages associés. L'électromobilité prendra ainsi une place prédominante dans le transport terrestre de personnes, poussée par la baisse des coûts des batteries, l'amélioration de l'autonomie et la réduction des temps de charge. Tous les scénarios convergent ainsi vers un déve-

loppement rapide du véhicule électrique et hybride rechargeable dans une fourchette qui reste toutefois particulièrement large, entre 3M et 15M de véhicules à l'horizon 2035 en France. Le développement du véhicule électrique ne se traduira pas par une augmentation majeure de la consommation d'électricité, mais il pourra avoir un impact significatif sur l'appel de puissance, rendant le pilotage de la charge nécessaire. Les perspectives de développement du véhicule autonome sont porteuses de synergies positives avec le véhicule électrique.

Poussés par l'optimisation de la consommation énergétique des véhicules et le développement des biocarburants de deuxième génération, gaz et biocarburants seront toutefois des alternatives crédibles, voire prédominantes pour le transport de marchandises, notamment routier. Cela sera également vrai

pour les secteurs maritime (GNL) et aérien (biocarburants de 2<sup>e</sup> génération).

La mobilité se transformera également au travers du développement des technologies numériques qui permettra de mieux articuler les différents transferts modaux et d'« optimiser » des choix de transports, limitant ainsi l'usage du véhicule individuel au profit des transports en commun, mobilités douces,...

Il apparaît donc que l'ensemble des technologies alternatives au pétrole sont complémentaires, ce qui conduit à encourager le déploiement de toutes ces possibilités et à encourager la structuration des filières industrielles européennes correspondantes. Il est également nécessaire d'intégrer dans les processus de décision une approche globale incluant l'impact environnemental du « puits à la roue » et les contraintes financières et budgétaires.



## LE GROUPE DE TRAVAIL N°2 : LA FLEXIBILITÉ ET LE STOCKAGE SUR LES RÉSEAUX D'ÉNERGIE À HORIZON 2030

Les moyens qui permettent aujourd'hui de faire face aux besoins en flexibilité, principalement liés aux fluctuations de consommation, sont limités : à horizon 2030, s'ils seront toujours suffisants pour le système gazier, ils ne permettront pas de répondre aux besoins accrus du système électrique lié au développement massif des énergies renouvelables intermittentes, qui ne produisent pas de manière coordonnée avec la consommation. En effet, les moyens de production flexibles reposant sur des énergies fossiles ont vocation à se réduire, alors que le potentiel de développement des effacements de consommation est important, mais insuffisant, et que beaucoup de sites propices à l'installation de STEP sont déjà exploités en France.

Mais le stockage d'électricité par batterie deviendra rapidement rentable et répondra aux besoins de flexibilité à horizon journalier et infrajournalier, porté par la baisse des coûts de ces technologies, à condition que les systèmes puissent être rentabilisés via la valorisation de la production intermittente, la fourniture de services au réseau et au consommateur.

Il existe également un fort besoin de flexibilité saisonnière, dû aux besoins de chauffage et d'éclairage en hiver. Y répondre est indispensable à la décarbonation complète du système énergétique, et rendu techniquement possible par le power to gaz, qui permet de produire, à partir d'électricité, de l'hydrogène, voire du méthane, qui sont stockables. Ces

technologies sont cependant peu rentables à horizon 2035 voire 2050, et ne pourront donc véritablement se développer que via un soutien financier public fort, assorti d'une hausse vigoureuse du prix du carbone.

Un message rassurant émanant du groupe de travail est par ailleurs que le développement à grande échelle des véhicules électriques et hybrides rechargeables pourra se faire sans nécessiter de flexibilité supplémentaire, à la condition que le pilotage de la charge soit généralisé. Les flottes de véhicules électriques pourraient même apporter un service de flexibilité au système, bien que la rentabilité de ce modèle dit *vehicle to grid* ne soit pas encore assurée.



## LE GROUPE DE TRAVAIL N°3 : IMPACTS COMPLEXES DU NUMÉRIQUE SUR LE CONSOMMATEUR D'ÉNERGIE



La puissance des outils numériques modernes donne accès aux consommateurs à un monde d'opportunités pour s'intéresser à leur consommation, en limiter l'empreinte écologique, optimiser leur facture,... : choix de fournisseurs aux profils variés sur simple clic, accès à des données de consommation précises, domotique intelligente et pilotable capable de s'effacer pour rendre service au système, participation à une opération d'autoconsommation individuelle ou collective, échanges d'énergie en peer-to-peer, pilotage de la charge et de la décharge de son véhicule électrique,...

Mais si les entreprises sont avancées sur tous ces domaines, l'enjeu majeur est aujourd'hui d'encourager les consomma-

teurs résidentiels à véritablement se saisir de ces outils pour devenir acteurs de la transition énergétique. Or, hormis une frange d'early adopters, une grande majorité de nos concitoyens, habitués à un système qui donne satisfaction sans grand engagement de leur part, ne souhaite pas se préoccuper quotidiennement de questions d'énergie, voire se méfie de l'intrusion du numérique dans la sphère privées,

Les préoccupations environnementales et l'appétance pour les circuits locaux sont des tendances sociétales lourdes sur lesquelles il est possible de s'appuyer pour obtenir leur engagement. Mais elles seront insuffisantes si ne sont pas développés des outils simples, conviviaux, attractifs, intégrant des solutions

automatiques ou quasi-automatiques de pilotage des usages, permettant à de nouveaux acteurs de fournir des services multi-énergie et multi-approches, intégrant avec la domotique intelligente des solutions d'efficacité énergétique, de production renouvelable distribuée, de stockage,...

Le préalable à tous ces développements est cependant la question de la confiance. Les débats sur Linky montrent que rien n'est jamais gagné et que des outils même bien conçus et répondant aux besoins du système électrique ne sont pas adoptés, voire rencontrent des oppositions s'ils ne répondent pas à un besoin clairement identifié par le public.

### BENJAMIN ROTTÉ, 39 ANS, CHEF DE PROJETS CHEZ KALIOP, TÉMOIGNE DE SON ÉVOLUTION VERS UNE CONSOMMATION D'ÉNERGIE PLUS ÉCOLOGIQUE.



« Dans ma façon de vivre au quotidien, je ne suis pas plus écologique que cela. Alors que je devais changer de voiture, une publicité m'a donné envie d'acquérir un véhicule électrique. Avec les aides des pouvoirs publics, l'achat d'une voiture électrique devient accessible. Avant de me lancer, je suis allé sur les réseaux sociaux. Échanger, partager, prendre des conseils est essentiel. Il ne s'agit pas seulement d'acheter une voiture, il faut regarder si des bornes électriques sont disponibles sur sa route, réfléchir

à l'emplacement de la borne à la maison et anticiper les répercussions sur sa consommation d'électricité. J'ai opté pour un abonnement heures creuses/heures pleines et je recharge la nuit. Cet achat a déclenché de nouvelles réflexions sur l'énergie. J'ai pensé mettre des panneaux solaires dans mon jardin, mais le ratio coûts/bénéfices ne m'a pas permis de donner suite à ce projet. Je ne me considère pas comme un consomm'acteur, mais j'essaie de me projeter et de faire au mieux. »

# UNE NOUVELLE IDENTITÉ VISUELLE POUR LE COMITÉ DE PROSPECTIVE DE LA CRE

## UN NOUVEAU LOGO



Comité  
de prospective  
de la CRE

ÉCLAIRER  
L'AVENIR

## UN NOUVEAU BLOC MARQUE



ÉCLAIRER L'AVENIR

## UNE NOUVELLE CHARTE GRAPHIQUE



## UN NOUVEL HABILLAGE POUR LE SITE INTERNET ET SON BASCULEMENT SUR L'ADRESSE ECLAIRERLAVENIR.FR.