



SCIENCE & ENSEIGNEMENT

RENCONTRE ENERGIES BAS CARBONE

Comment répondre aux défis de la Transition Energétique ? Apports de la science et de la connaissance

Le mercredi 9 octobre 2019 de 14 heures à 18 heures

Fondation Simone et Cino Del Duca - Institut de France

10, rue Alfred de Vigny, 75008 Paris

Depuis 2008, EDF, l'Institut de France et l'Académie des sciences s'associent pour agir de manière forte dans le domaine de la science et de l'enseignement afin de contribuer à développer la connaissance et la compétence dans le secteur de l'énergie bas carbone. Cet engagement commun soutient des chaires et contribue au rayonnement de la science. Il renforce la diversité, notamment sociale, à travers un programme de bourses. Son conseil scientifique est présidé par le secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences. Cet engagement traduit leur conviction que, face aux enjeux énergétiques et climatiques, l'investissement sur la jeunesse, la connaissance et la science est un des garants d'une société plus solidaire, plus tolérante et plus accueillante pour chacun.



Conférence-débat organisée par le Programme « Science et Enseignement »

Organisateurs



Sébastien CANDEL

Membre de l'Académie des sciences

Sébastien Candel est professeur émérite à CentraleSupélec, université Paris-Saclay. Ingénieur de l'École Centrale Paris, PhD du *California Institute of Technology*, il est docteur ès sciences de l'université Paris 6. Ses recherches sur la combustion et l'aéroacoustique ont des applications dans les domaines de l'énergie et de la propulsion aéronautique et spatiale. Parmi de nombreuses distinctions, Sébastien Candel a reçu la médaille d'argent du CNRS, le grand prix Marcel Dassault de l'Académie des sciences, ainsi que les médailles d'argent et d'or du *Combustion Institute*. Sébastien Candel préside actuellement le conseil scientifique d'EDF. Il est membre de l'Académie des sciences dont il a été vice président (en 2015 et 2016) puis président (en 2017 et 2018). Membre fondateur de l'Académie des technologies, il est membre étranger de la *National Academy of Engineering* des États-Unis.



Jean-Paul CHABARD

Directeur scientifique EDF Recherche et Développement

Ingénieur diplômé de l'École centrale Paris, il a fait toute sa carrière à la direction Recherche et Développement d'EDF. Entré en 1984 comme ingénieur de recherche au Laboratoire national d'hydraulique, sur le site de Chatou, département qu'il a dirigé de 1990 à 1994 ; il a ensuite exercé de nombreuses fonctions de management au sein de la recherche et développement d'EDF. Après avoir dirigé le projet de création du nouveau centre EDF Lab Paris Saclay, il est actuellement directeur scientifique de la R&D d'EDF. Il a exercé de nombreuses activités d'enseignement. Il est actuellement professeur à l'École des Ponts ParisTech. Très actif dans de nombreuses sociétés savantes, il est membre honoraire de l'*Association for Hydro-Environment Engineering and Research* (IAHR) dont il a été pendant 8 ans vice-président. Il est également membre du Conseil d'administration de Société Hydrotechnique de France (SHF) qui lui a décerné le grand prix de l'Hydrotechnique en 2006.



Dominique GANIAGE

Déléguée Développement durable et politique sociétale- Production-ingénierie d'Electricité de France

Diplômée de Sciences Po, ancienne élève de l'ENA, elle a commencé sa carrière dans l'administration au ministère de l'Industrie et au Quai d'Orsay. Elle rejoint EDF en 1992 à la direction internationale où elle est successivement directeur Europe puis directeur Stratégie-Marketing-Communication. En 2000, elle est nommée délégué Environnement du Pôle Client, en 2002, elle rejoint la direction du développement durable. Depuis 2010, elle est déléguée Développement durable et politique sociétale de la production-ingénierie. Dominique Ganiage est également déléguée du programme Science et Enseignement EDF-Institut de France-Académie des sciences.

Programme

- 12h00 Déjeuner
- 14h00 ● Introduction
Bernard SALHA, directeur technique et directeur de la Recherche et Développement du Groupe EDF
- 14h10 ● Les grands enjeux
Vision climatique : Le changement climatique : état des connaissances
Sylvie JOUSSAUME, LSCE et membre du GIEC
Vision prospective : Quels scénarios de la transition ?
Yasmine ARSALANE, AIE
- 15h00 ● LES PERSPECTIVES : L'ÉLECTRICITÉ DÉCARBONÉE AU SERVICE DE LA DÉCARBONISATION DE L'ÉCONOMIE
Tables rondes animées par **Sébastien CANDEL**, membre de l'Académie des sciences
- 15h00 ● Table ronde 1 : Décarboner la production d'électricité
Introduction : Rapport franco-chinois sur l'impact environnemental du nucléaire
Sébastien CANDEL, membre de l'Académie des sciences
Des systèmes toujours plus complexes et résilients ?
Anne BARROS, CentraleSupélec
Quels enjeux pour le solaire photovoltaïque dans la transition énergétique ?
Roch DROZDOWSKI-STREHL, IPVF
Comment réussir les grands projets dans le domaine de l'énergie ?
Louis-François DURRET, ENPC
Vers un mix nucléaire-renouvelable : les enjeux de la flexibilité du parc nucléaire
Christelle LE MAÎTRE, EDF
- 16h00 Pause
- 16h30 ● Table ronde 2 : Nouveaux usages de l'électricité pour décarboner l'économie
Introduction : Quelles cibles prioritaires pour décarboner l'économie en France et quel rôle pour l'électricité ?
Jean-Marc JANCOVICI, The shift Project
Les apports de la prospective aux politiques publiques
Nadia MAIZI, Mines parisTech
Les nouvelles technologies de la transition énergétique
Thierry PRIEM, CEA
Le système électrique de demain
Alain BURTIN, EDF
La mobilité décarbonée
Yannick DUPORT, Direction Mobilité Electrique EDF

17h45

Conclusion

La vision du sociologue

Jean BAECHLER, membre de l'Académie des sciences morales et politiques

18h00

Clôture

Xavier DARCOS, Chancelier de l'Institut de France



Résumés et biographies



Bernard SALHA

Directeur technique et directeur de la Recherche et Développement du Groupe EDF

Bernard Salha a été nommé directeur technique du Groupe EDF (*Chief Technical Officer*) en juin 2018. Il est également directeur de la Recherche et Développement du Groupe depuis le printemps 2010. Avec un effectif de 2000 personnes, EDF R&D couvre l'ensemble des activités du Groupe, de l'amont dans le champ de la production (nucléaire, thermique, hydraulique et renouvelable), à l'aval auprès des clients et des réseaux. Elle joue un rôle de premier plan sur les grands thèmes de la transition énergétique tels que le développement des énergies renouvelables, le stockage, la mobilité électrique, l'autoconsommation et la décentralisation de la production et des usages, la ville durable, l'impact du digital sur le monde de l'énergie. Elle est présente dans 3 centres de recherche en France, dont le tout nouveau centre de Saclay, et dans 6 centres à l'international (USA, Chine, Singapour, Allemagne, Royaume-Uni, Italie). Bernard Salha était précédemment directeur de la division en charge de l'Ingénierie Nucléaire d'EDF depuis début 2005, après avoir occupé différents postes à responsabilité dans les unités d'ingénierie et d'études d'EDF. Il a notamment participé au démarrage du programme nucléaire civil chinois pendant 3 ans en Chine. Il a démarré sa carrière au ministère de la Défense à Cherbourg dans la construction des infrastructures nécessaires aux sous-marins français. Diplômé de l'École polytechnique et des Ponts et Chaussées. Agé de 58 ans, Bernard Salha a reçu les insignes de chevalier de la légion d'honneur.

LES GRANDS ENJEUX



Sylvie JOUSSAUME

LSCE et membre du GIEC

Directrice de recherche au CNRS, Sylvie Joussaume est climatologue, spécialisée dans l'étude des mécanismes des changements climatiques. Elle a développé ses travaux de recherche en modélisation du climat au sein de l'Institut Pierre Simon Laplace, dans le laboratoire des sciences du climat et de l'environnement. Elle a été membre du groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat de 2001 à 2014. Ex-directrice scientifique de l'Institut national des sciences de l'univers, elle a dirigé le groupement d'intérêt scientifique « climat-environnement-société », dont l'objectif était de renforcer les recherches interdisciplinaires sur le changement climatique en région Ile-de-France. Elle coordonne l'infrastructure nationale et européenne de modélisation du climat. Elle est membre du Conseil scientifique d'EDF. Elle est l'auteur du livre « Climat, d'hier à demain », édité par CNRS Editions, dont la 2^e édition est parue en 2000.

Vision climatique : Le changement climatique : état des connaissances

Le réchauffement est sans équivoque. Les résultats du 5^e rapport du Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC) paru en 2013 mettent en évidence une influence humaine dans toutes les composantes du système climatique. Les recherches permettent de conclure qu'il est extrêmement probable que l'augmentation de la concentration des gaz à effet de serre par les activités humaines soit la cause principale du réchauffement observé depuis le milieu du 20^e siècle. La poursuite des émissions de gaz à effet de serre produira un réchauffement additionnel dont l'amplitude dépendra du niveau d'émission. Ce réchauffement additionnel accroîtra les risques d'impacts sévères tant sur les pluies intenses que les sécheresses, le niveau de la mer, l'agriculture, les écosystèmes, la santé. Limiter le réchauffement global à 2°C voire 1,5°C est nécessaire pour limiter ces risques mais nécessite une réduction importante et rapide des émissions de gaz à effet de serre et donc de l'utilisation des énergies fossiles dans tous les secteurs.



Yasmine ARSALANE

Agence internationale de l'énergie, Paris

Yasmine Arsalane est analyste senior à la direction du développement durable, des technologies et des perspectives énergétiques de l'Agence internationale de l'énergie (AIE). Elle contribue au *World Energy Outlook*, rapport phare de l'AIE, consacré aux scénarios énergétiques de long terme. Elle s'intéresse en particulier aux marchés de l'électricité, aux enjeux de fiabilité, d'accessibilité et de durabilité auxquels ce secteur fait face, ainsi qu'à son rôle dans le mix énergétique mondial. Elle est également en charge de la prospective économique qui sous-tend les projections du WEO. Avant de rejoindre l'AIE, Yasmine Arsalane était chef de projet au sein du département de prospective énergétique d'Enerdata, cabinet de conseil en énergie. Auparavant elle était impliquée dans des projets de recherche (CIRED et CIRAD) sur les interactions entre usage des terres, énergie et changement climatique. Elle est titulaire d'un master en économie de l'énergie et du développement durable (université Paris Saclay), d'un diplôme d'ingénieur agronome (AgroParisTech) et d'un diplôme d'ingénieur en informatique (Ensimag).

Vision prospective : Quels scénarios de la transition ?

Le *World Energy Outlook*, que l'Agence internationale de l'énergie publie tous les ans, est une publication de référence qui explore différents scénarios pour la transition énergétique. La présentation se focalisera sur les différents scénarios compatibles avec les engagements de la COP21 de Paris et mettra en avant la nécessité du progrès technologique dans différents domaines clés pour réussir la transition énergétique.

LES PERSPECTIVES : L'ÉLECTRICITÉ DÉCARBONÉE AU SERVICE DE LA DÉCARBONISATION DE L'ÉCONOMIE



Sébastien CANDEL

Membre de l'Académie des sciences

Sébastien Candé est professeur émérite à CentraleSupélec, université Paris-Saclay. Ingénieur de l'École Centrale Paris, PhD du *California Institute of Technology*, il est docteur ès sciences de l'université Paris 6. Sébastien Candé préside actuellement le conseil scientifique d'EDF. Il est membre de l'Académie des sciences dont il a été vice président (en 2015 et 2016) puis président (en 2017 et 2018). Membre fondateur de l'Académie des technologies, il est membre étranger de la *National Academy of Engineering* des États-Unis.

Introduction : Rapport franco-chinois sur l'impact environnemental du nucléaire

Le rapport dont on propose une brève synthèse a été réalisé conjointement par la *Chinese Academy of Engineering*, l'Académie des technologies et l'Académie des sciences. Répondant aux préoccupations de la société concernant les conséquences environnementales des activités humaines et industrielles, il traite principalement des impacts environnementaux de l'énergie nucléaire en situation normale et accidentelle, ainsi que de la gestion des déchets, et vise à fournir une analyse complète de ces problèmes. Le rapport souligne que dans le contexte du changement climatique, l'énergie nucléaire, avec ses très faibles émissions de gaz à effet de serre, a une capacité unique de produire de l'électricité de façon massive et capable de répondre à la demande. Contrairement aux centrales à combustibles fossiles qui émettent d'importantes quantités de polluants atmosphériques tels que les particules, les oxydes d'azote ou de soufre et les métaux lourds, les centrales nucléaires n'en produisent pas. Cet atout est majeur à un moment où la qualité de l'air est devenue un problème dans de nombreux pays et où l'énergie nucléaire pourrait remplacer les centrales à combustible fossile et contribuer à améliorer la situation. Le rapport considère successivement (1) L'évaluation et le contrôle de la radioactivité induite par les installations nucléaires en exploitation normale, (2) La gestion à long terme du combustible usé et des déchets radioactifs, notamment ceux qui seront éliminés dans des installations géologiques, (3) Les accidents nucléaires graves et leur impact sur l'environnement, (4) L'amélioration de la sûreté nucléaire en tant que moyen de limiter les impacts sur l'environnement et de contribuer à l'acceptation de l'énergie nucléaire par le public.



Anne BARROS CentraleSupélec

Anne Barros a été professeure à l'université des sciences et technologies de Trondheim, Norvège de 2014 à 2019. Elle y a développé une activité de recherche et d'enseignement dans les domaines de l'analyse des risques et de la sûreté de fonctionnement, en lien avec le secteur de l'industrie pétrolière offshore. En septembre 2019, elle est nommée professeure à CentraleSupélec et y prend la responsabilité d'un chaire industrielle dédiée à l'analyse des risques et à la résilience des systèmes complexes. Cette chaire est co-financée par EDF, SNCF, RAPT, Orange et AdP. Carrière : DEA en contrôle des systèmes - université de technologie de Compiègne - (2000) - France, diplôme d'ingénieur en génie industriel - université de technologie de Troyes - (2000) - France, doctorat en optimisation et sûreté des systèmes - UTT - France - (2003). Maître de conférence et professeure des universités à l'UTT - France (2003-2014), professeure à NTNU - Trondheim - Norvège (2015-2019), Professeure à CentraleSupélec - Paris (2019 -).

Des systèmes toujours plus complexes et résilients ?

Décarboner la production d'électricité implique actuellement de s'orienter vers une diversification. Cela a une influence non négligeable sur la manière dont les systèmes de production et de distribution d'électricité sont exploités et sur la manière dont ils seront conçus dans le futur. De systèmes maîtrisés et exploités dans des conditions stationnaires, le monde de l'ingénierie est en train de passer à des systèmes de systèmes interconnectés et interdépendants exploités dans des conditions qui peuvent être très dynamiques et aléatoires. Une telle évolution nous encourage à pousser toujours plus loin les limites des outils d'analyse dédiés au calcul d'indicateurs de performances de type durée de vie, continuité de service et disponibilité. Mais elle nécessite également de s'interroger sur la complexité grandissante des systèmes qui sont conçus et sur notre aptitude, en tant qu'ingénieurs et chercheurs, à en évaluer, voire en optimiser la capacité de résilience en cas d'accident ou de rupture de service dans un contexte où les besoins énergétiques sont en constante augmentation.





Roch DROZDOWSKI STREHL IPVF

Roch Drozdowski-Strehl est directeur général de l'IPVF, Institut photovoltaïque d'Île-de-France. Ingénieur CentraleSupélec, diplômé du Master d'administration de l'ENA et du programme *Stanford Ignite*, il commence sa carrière dans le domaine des réseaux intelligents au sein des directions recherche, puis stratégie du groupe ENGIE. En 2015, il rejoint la *Nanyang Technological University* (NTU), en tant que directeur délégué de REIDS, *Renewable Energy Integration Demonstrator* - Singapour, plate-forme technologique singapourienne dédiée à l'accès à l'énergie en Asie du Sud-Est. Le 1^{er} février 2019, il prend la direction de l'IPVF, Institut pour la transition énergétique (ITE) dédié aux technologies photovoltaïques.

Quels enjeux pour le solaire photovoltaïque dans la transition énergétique ?

La maîtrise de l'énergie est l'un des principaux défis auxquels la communauté scientifique est confrontée. Face aux impacts du changement climatique, les énergies renouvelables s'imposent, aux côtés des autres sources d'énergie décarbonnées, comme une des alternatives qui nous sont offertes. Parmi elles, l'énergie solaire dispose d'atouts déterminants : inépuisable à l'échelle humaine, accessible à tous et disponible en très grandes quantités. Il apparaît aujourd'hui acquis que la filière photovoltaïque sera une des composantes privilégiées de la transition énergétique. L'IPVF - Institut Photovoltaïque d'Île-de-France - est né de la volonté de fédérer et renforcer la recherche nationale au service d'une industrie française et européenne. Il a pour ambition d'animer un réseau scientifique d'excellence au niveau international en s'appuyant sur les principaux acteurs de la filière que sont les grands groupes industriels, les organismes publics et les laboratoires académiques. Son objectif est de contribuer ainsi au développement de nouvelles technologies de modules photovoltaïques à haut rendement et bas coûts, deux conditions nécessaires à l'expansion de cette technologie. L'IPVF a construit pour cela un modèle original en agrégeant un écosystème français qui regroupe des industriels leaders sur leurs marchés respectifs, des institutions de recherche publique et une quinzaine de laboratoires parmi les plus pointus dans leur domaine.





Louis-François DURRET ENPC

Louis-François DURRET est ingénieur civil des Ponts et Chaussées et diplômé d'études approfondies en sciences économiques. Louis-François Durret a créé le mastère spécialisé « *Management of energy projects* » de l'École des Ponts ParisTech dont il est le directeur. Auparavant, il a fait carrière dans l'énergie, et a dirigé plusieurs activités industrielles au sein d'Areva, dans le domaine des énergies renouvelables (éolien en mer, solaire thermodynamique, bio-énergies, hydrogène et pile à combustibles) de 2011 à 2015, et du nucléaire, ayant dirigé le secteur combustibles nucléaires de 2008 à 2011, et l'activité Enrichissement de l'uranium. Il a été à ce titre président du directoire d'Eurodif, et de la Société d'enrichissement du Tricastin qui a investi dans la nouvelle usine d'enrichissement de l'uranium par centrifugation : Georges Besse II, de 2004 à 2008. Louis-François Durret a débuté sa carrière chez Pechiney et a notamment été directeur général adjoint de Comurhex.

Comment réussir les grands projets dans le domaine de l'énergie ?

Le monde de l'énergie connaît des bouleversements sans précédent avec l'émergence de nouvelles technologies aux caractéristiques très différentes de celles mises en œuvre au cours des décennies passées, rendant possible en particulier des productions décentralisées. Une autre évolution majeure est l'irruption des technologies du numérique dans ce secteur, dont les effets sont multiples, aux plans techniques et commerciaux, rendant possibles de nouveaux modèles d'affaires. Ajoutons également le souhait des citoyens d'être acteurs de leur consommation d'énergie (voire de leur production) et de peser dans les choix industriels. Toutes ces évolutions se produisent alors que le secteur de l'énergie voit ses réglementations évoluer (avec des variantes selon les régions du monde et les pays) et des politiques nouvelles (également très diverses) se mettre en place pour lutter contre le changement climatique. C'est dans cet environnement, infiniment plus complexe que par le passé, que le management de projet évolue aujourd'hui. Et comme dans les autres secteurs industriels, le projet fait désormais intervenir des partenaires et fournisseurs de plus en plus nombreux, et souvent de plus en plus lointains, des montages financiers également plus complexes, des équipes projet multiculturelles, etc.

Réussir un projet a toujours été une exigence des investisseurs et des clients. Le niveau d'exigence est aujourd'hui encore plus élevé, pour respecter l'agenda de la transition énergétique et les principes de l'économie circulaire. Pour atteindre un tel niveau d'exigence, il faut impérativement renforcer le professionnalisme des équipes de management de projet et les conduire à adopter une approche systémique des projets. Favoriser la transversalité, le dialogue avec les parties prenantes internes et externes au projet. Reconnaissons-le avec humilité, cette approche holistique n'est pas naturelle dans nos organisations. L'enseignement a un rôle clef à jouer pour atteindre cet objectif ambitieux et essentiel pour la réussite de la transition énergétique. C'est tout le sens du mastère spécialisé « *Management of energy projects* » ouvert cette année par l'École des Ponts ParisTech, conçu en liaison étroite avec de grandes entreprises du monde de l'énergie.





Christelle LE MAÎTRE
EDF

Christelle Le Maître est déléguée Programme production à la recherche et développement d'EDF, et coordonne les programmes d'activité sur le combustible et l'aval du cycle, elle pilote également des études sur la manœuvrabilité des centrales nucléaires à l'horizon 2030 et 2040, dans le contexte de mix énergétique ENR/Nucléaire. Elle débute en 2000 à la recherche et développement d'EDF pour des études en thermohydraulique des cœurs de réacteurs REP puis développe des activités de recherche sur la mécanique et l'électrotechnique des ENR avant d'occuper différents postes de management.



Vers un mix nucléaire-renouvelable : les enjeux de la flexibilité du parc nucléaire

L'Europe entend devenir le chef de file en matière de réduction des émissions de CO₂ et de développement des énergies renouvelables. Cela signifie un développement important des énergies renouvelables en Europe et en France, avec un profond changement du système énergétique européen, passant des unités conventionnelles (nucléaire en France) à un système avec des énergies intermittentes. Il sera donc demandé aux centrales nucléaires de réaliser davantage de suivi de charge. C'est dans ce contexte que EDF R&D réalise des études sur le mix énergétique en 2030-2040 prenant en compte différents scénarios de production d'électricité en France, et des ruptures technologiques (stockage par batterie) pour évaluer la manœuvrabilité des centrales nucléaires à ces horizons de temps.

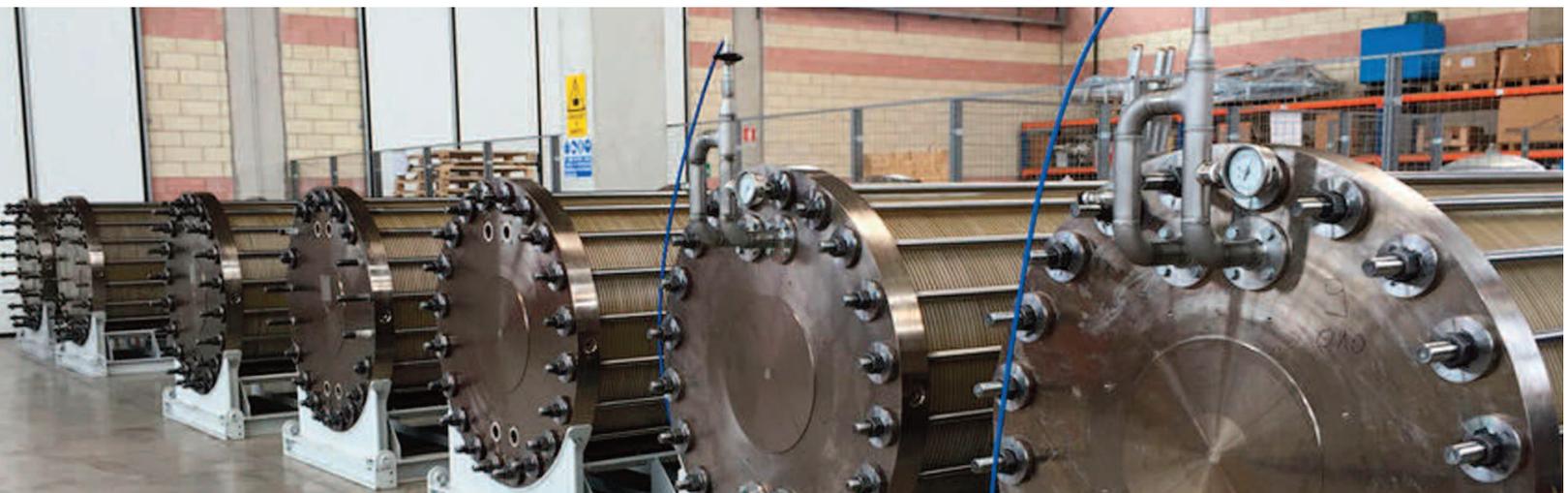


Jean-Marc JANCOVICI
The Shift Project

Jean-Marc Jancovici est associé co-fondateur de Carbone 4, cabinet de conseil spécialisé dans la transition vers une économie décarbonée et l'adaptation au changement climatique (www.carbone4.com). Il est fondateur et président de *The Shift Project*, *think tank* de la décarbonation de l'économie (www.theshiftproject.org et www.decarbonizeurope.org). Jean-Marc Jancovici est aussi professeur à Mines ParisTech, membre du Haut Conseil pour le climat, auteur de 7 livres et d'un site internet (jancovici.com) de vulgarisation sur l'énergie et le climat. Jean-Marc Jancovici est diplômé de l'École polytechnique et de Telecom ParisTech.

Introduction : Quelles cibles prioritaires pour décarboner l'économie en France et quel rôle pour l'électricité ?

Une des questions pour l'avenir est celle des conditions aux limites nécessaires pour que l'électricité soit effectivement une solution à la décarbonation de l'énergie.





Nadia MAIZI MinesparisTech

Membre du GIEC, professeure de classe exceptionnelle, HDR, Nadia Maïzi dirige le Centre de mathématiques appliquées de MINES ParisTech où elle a initié des activités de recherche et d'enseignement liées à la modélisation pour l'économie, l'énergie et l'environnement, réconciliant court et long terme. Elle développe avec son équipe une approche prospective basée sur le modèle TIMES de planification énergétique long terme, aux échelles nationale, européenne et mondiale, et représente la France dans le cadre du consortium de l'AIE, l'ETSAP, qui encadre le déploiement de ce modèle. Elle a créé en 2008 la Chaire Modélisation Prospective au service du Développement Durable www.modelisation-prospective.org, financée aujourd'hui par des partenaires industriels (SCHNEIDER Electric, EDF, GRTgaz, TOTAL, RTE) et institutionnels (ADEME, DGEC) et dont les travaux sont valorisés dans de nombreux cercles gouvernementaux et internationaux (CAS, MEDDE, MRP, COP/UNFCCC, AIE). Elle est également chef de la délégation ParisTech aux conférences des parties dans le cadre de l'UNFCCC. En septembre 2015, elle est nommée membre du comité d'experts sur la transition énergétique par la ministre de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer. En 2018, elle est nommée auteure principale pour le prochain rapport du GIEC. Elle a fondé le mastère spécialisé de l'École des Mines de Paris en optimisation des systèmes énergétiques en 1999, dont elle est responsable pédagogique. Ingénieur civil de l'École des Mines de Paris (P85), elle est titulaire d'un doctorat de l'École des Mines de Paris en Contrôle (1992) et a effectué un post doctorat à l'université de Stanford (1994).

Les apports de la prospective aux politiques publiques

Exploitant l'idée que le paradigme d'optimalité est un concept pertinent pour pouvoir disposer d'une bonne métaphore de la réalité, nos exercices de prospective proposent l'exploration des orientations énergétiques nationales à travers plusieurs prismes temporels et spatiaux, procurant aux décideurs des éléments de réflexion tangibles basés sur un état des lieux de la transition énergétique en France. En particulier, l'association de méthodes d'optimisation dédiées aux enjeux de court terme à une approche prospective de long terme basée sur le déploiement d'un modèle « *bottom-up* » arbitrant les investissements pour le système énergétique, permettent d'envisager de façon pertinente les conséquences de futures orientations technologiques pour le mix électrique.





Thierry PRIEM

Adjoint à la Direction scientifique du CEA-LITEN

Thierry PRIEM est ingénieur diplômé de l'École polytechnique et de l'École nationale supérieure des Mines de Paris et docteur de l'université Paris XI. Avec une solide expérience scientifique et technique sur les sciences des matériaux et les nouvelles énergies, Thierry Priem enseigne dans plusieurs écoles d'ingénieurs et s'implique régulièrement dans des missions d'expertise nationales et européennes. Son parcours au CEA lui a notamment permis d'acquérir une forte expérience dans le transfert de technologies et la négociation de partenariats industriels, de diriger pendant plusieurs années, un service de 60 personnes travaillant sur les nouvelles technologies de l'énergie (piles à combustible, batteries et cellules photovoltaïques) puis d'être responsable du programme hydrogène et piles à combustible pour le CEA. Depuis 2014, il est membre élu au Board de l'association européenne « Hydrogen Europe Research » pilier recherche du FCH-JU2 (*European Fuel Cell and Hydrogen Joint Undertaking*) et s'investit à la Direction Scientifique du LITEN.

Les nouvelles technologies de la transition énergétique

Dans le contexte de transition énergétique, l'introduction d'électricité renouvelable dans le mix électrique comme le développement de nouveaux usages à efficacité énergétique accrue et faible empreinte carbone ouvrent de nouveaux champs de recherche développement et innovation. Il convient en effet pour gérer l'intermittence des énergies renouvelables de développer d'une part des solutions de stockage de l'électricité à différentes échelles, tant en capacité qu'en durée, et d'autre part des solutions de gestion de l'offre vis-à-vis de la demande au niveau des réseaux. À cet égard, la convergence entre les vecteurs énergétiques électricité, gaz et chaleur est une voie de stockage de l'énergie à explorer tout comme la digitalisation des réseaux électriques dans la logique « *smart-grid* ». Des expérimentations telles que Jupiter1000 à Fos sur mer ou l'autoconsommation à l'échelle de quartiers, intégrant une production locale d'électricité photovoltaïque, des moyens de stockage de l'électricité ou de la chaleur et une connexion continue aux prévisions météorologiques reflètent tout le potentiel de ces nouvelles approches technologiques. Pour décarboner la consommation énergétique de secteurs d'activités fortement consommateurs d'énergies fossiles tels que l'habitat, les transports ou l'industrie, il convient de concevoir des composants et systèmes à haut rendement de conversion. Les systèmes batteries et piles à combustibles offrent des rendements de conversion inégaux, notamment pour le transport, et peuvent être intégrés dans le nouveau paysage énergétique par des approches de type « *vehicule to grid* ». Enfin, pour assurer une dimension environnementale à la transition énergétique, ces nouvelles technologies doivent être développées dans une logique de sobriété énergétique et de soutenabilité matière. Ainsi, une filière de recyclage de chaque composant est à prévoir dès sa conception dans une logique d'« éco-design » afin de ne pas substituer une dépendance aux énergies fossiles par une dépendance aux matériaux critiques.





Alain BURTIN
EDF

Alain Burtin est directeur des programmes Management d'Énergie à EDF R&D. Il est diplômé de l'École nationale des Ponts & Chaussées et titulaire d'un DEA en intelligence artificielle. Il a débuté sa carrière à EDF au service des études économiques générales en 1986 et a rejoint la R&D d'EDF en 2007, après un parcours à la direction de la stratégie, à la direction internationale, au pôle industrie et à la direction *Optimisation Trading*. Son expertise porte sur la régulation et le fonctionnement des systèmes électriques, les choix d'investissement, la tarification, l'optimisation et le « *trading* ».

Le système électrique de demain

Le système électrique de demain est au cœur des enjeux de la transition climatique, énergétique et numérique. L'électricité pourrait représenter 50% de la fourniture d'énergie finale à l'horizon 2050 contre 20% aujourd'hui. Pour cela le système électrique est appelé à se transformer en profondeur et à faire face à de nouveaux défis techniques et scientifiques. L'intégration de forts taux d'énergies renouvelables variables, éolien et photovoltaïque, constituent un premier enjeu majeur qui pose la question de la flexibilité et de la résilience des systèmes électriques de demain. Le développement de nouveaux usages comme les pompes à chaleur, la mobilité électriques, ou encore la production d'hydrogène décarbonée par électrolyse ouvrent de nouvelles opportunités et challenges pour le développement, le fonctionnement, l'exploitation et l'optimisation des réseaux et systèmes électriques à la maille globale, mais également à la maille de systèmes énergétiques locaux. Cela conduit à redéfinir les règles d'accès aux réseaux de transport et de distribution, à revisiter le fonctionnement dynamique et les systèmes de pilotage du système électrique, à expliciter les rôles et responsabilités des acteurs, les services rendus et d'adapter les règles de marché et de tarification des services. C'est un système dont les évolutions se conçoivent dans la durée et ne sont pas complètement maîtrisables par un seul groupe d'acteurs, qu'il s'agisse de compagnies d'électricité, de producteurs, de transporteurs, de distributeurs ou de fournisseurs, d'équipementiers technologiques, de régulateurs, ou même de clients finaux.





Yannick DUPORT

Direction Mobilité Electrique EDF

Yannick Duport a été nommé directeur Mobilité Electrique Groupe le 1^{er} novembre 2018. Il est en charge du plan Mobilité Electrique, qui vise à faire du Groupe l'énergéticien *leader* du secteur sur ses quatre grands marchés européens (France, Royaume-Uni, Italie, Belgique), dès 2022. Ingénieur diplômé de l'INSA en génie physique, Yannick Duport intègre EDF en 1994 où il occupera différentes responsabilités opérationnelles à la direction de la distribution. Fin 2003, il rejoint la direction des systèmes énergétiques insulaires, qui couvre toutes les activités de la chaîne énergétique (de la production à la commercialisation) et devient directeur du service clientèle et commercial d'EDF Île de la Réunion, puis en 2007 directeur d'agence Haute-Corse à Bastia. En septembre 2010, il intègre la direction de l'Audit du groupe EDF en qualité de chef de mission. En novembre 2012, il prend la responsabilité de la coordination du périmètre Commerce Optimisation Trading Systèmes Energétiques Insulaires auprès du directeur exécutif groupe. En mars 2014, en complément de ses responsabilités, Yannick Duport devient directeur de la communication commerce. En mars 2015, Yannick Duport se voit confier la responsabilité de la coordination du périmètre Clients, Services et Action régionale auprès du directeur exécutif Groupe. En mars 2016, il est nommé directeur Commerce Île-de-France. Il est administrateur depuis novembre 2018 et Président depuis juin 2019 d'Izivia, filiale 100% du groupe EDF qui fait référence dans le domaine de la mobilité électrique avec plus de 9 000 points de charges publics et privés exploités, et de DREEV depuis février 2019, la *joint-venture* entre EDF et Nuvve, *start-up* californienne spécialisée dans l'agrégation et la valorisation sur les marchés de l'énergie des flexibilités liées à la recharge des véhicules électriques. Il est aussi, depuis mai 2017, administrateur de SYNERCIEL qui fédère 2000 professionnels du bâtiment, autour des métiers orientés sur le confort et la performance énergétique.



La mobilité décarbonée

EDF est convaincue que la mobilité électrique est un levier essentiel de la transition énergétique en Europe, puisqu'elle permet de décarboner le secteur des transports, qui est aujourd'hui le premier contributeur des émissions de CO₂ et de gaz à effet de serre. C'est d'autant plus vrai quand l'électricité utilisée comme carburant est elle-même décarbonée. C'est le cas de l'électricité issue du parc de production d'EDF, produite à 96% sans émission de carbone en 2017 (périmètre France).

Pour participer à cet engagement, EDF a lancé en octobre 2018 le Plan Mobilité Electrique avec pour objectif sur ses quatre grands marchés européens (France, Royaume Uni, Italie, Belgique) d'être dès 2022 :

- le 1^{er} fournisseur en électricité pour véhicules électriques ;
- le 1^{er} exploitant de réseau de bornes électriques ;
- le leader européen du « *smart charging* ».

Au travers de ce plan, le groupe exprime des convictions profondes :

- L'écosystème futur de la mobilité sera partenarial, et les coopérations entre acteurs seront essentielles pour permettre le développement de la mobilité électrique ;
- En tant qu'énergéticien bas carbone, EDF a un rôle essentiel à jouer pour favoriser l'accès à la mobilité électrique partout (au domicile, dans les entreprises, dans les espaces urbains, en voirie et sur les autoroutes) afin d'accompagner tous ses clients souhaitant s'inscrire dans la transition énergétique) ;
- La mobilité électrique ouvre de nouvelles perspectives, notamment via la batterie qui, prise comme un moyen de stockage, facilitera le développement des énergies renouvelables et l'optimisation du réseau électrique via le pilotage intelligent de la charge (voire de la décharge) des véhicules électriques.

CONCLUSION



Jean BAECHLER

Académie des sciences morales et politiques

Agrégé d'histoire-géographie et docteur ès lettres, Jean Baechler a consacré sa vie à l'enseignement et à la recherche : professeur d'histoire-géographie au lycée du Mans (1962-1966), puis chargé de cours de sociologie à la Sorbonne (1966-1969), chargé de conférences de sociologie à l'EHESS (1968-1986), chargé de séminaire du DEA de sociologie de Paris IV, Paris V et Paris X (depuis 1975), enfin professeur de sociologie historique à Paris IV-Sorbonne de 1988 à 2006. Parallèlement il a été attaché (1966), puis chargé (1969), puis directeur de recherche (1977-1988) au CNRS, section de sociologie. Il a également été membre du Centre européen de sociologie historique dirigé par Raymond Aron (1969-1984) et appartient, depuis 1984, au Groupe d'études des méthodes de l'analyse sociologique de la Sorbonne (GEMASS).

La vision du sociologue

CLÔTURE



Xavier DARCOS

Chancelier de l'Institut de France, de l'Académie française, membre de l'Académie des sciences morales et politiques

Xavier Darcos est agrégé de l'université, titulaire d'un doctorat de 3^{ème} cycle en études latines de l'université de Bordeaux et d'un doctorat d'État ès lettres et sciences humaines. Il est devenu enseignant en 1968. Il a tout d'abord exercé à Périgueux, puis il a été professeur de khâgne au lycée Montaigne à Bordeaux de 1982 à 1987 et au lycée Louis-le-Grand à Paris de 1987 à 1992. En 1989, Xavier Darcos a été nommé adjoint au maire de Périgueux. Nommé inspecteur général en 1992, il a occupé à partir de 1993 les fonctions de directeur du cabinet du ministre de l'Éducation nationale (M. François Bayrou), de conseiller pour l'éducation et la culture du premier ministre (M. Alain Juppé) de 1995 à 1997, et de doyen de l'inspection générale de l'Éducation nationale de 1995 à 1998. De 1996 à 1999, il a été professeur de littérature comparée à l'université Paris-IV. Xavier Darcos a été maire de Périgueux de 1997 à 2009, sénateur de la Dordogne de 1998 à 2002, conseiller régional d'Aquitaine de 2004 à 2011. Il a été nommé, dans le gouvernement de M. Jean-Pierre Raffarin, en mai 2002, ministre délégué à l'Enseignement scolaire, puis à partir du 1^{er} avril 2004, ministre délégué à la Coopération, au Développement et à la Francophonie. Le 15 juin 2005, Monsieur Darcos a été nommé ambassadeur, représentant permanent de la France auprès de l'OCDE (Organisation de coopération et de développement économique). Le 18 mai 2007 il est nommé ministre de l'Éducation nationale, puis ministre du travail, des relations sociales, de la famille, de la solidarité et de la ville le 23 juin 2009 dans le gouvernement de M. François Fillon, qu'il quitte le 22 mars 2010. Nommé le 9 juin 2010 ambassadeur, chargé de mission pour l'action culturelle extérieure de la France, il a créé et a été le premier président de l'Institut français du 1^{er} janvier 2011 au 1^{er} février 2015. Il est depuis 2015 président de la Fondation Sanofi-Espoir. Élu le 26 juin 2006 Membre de l'Académie des sciences morales et politiques, il a été secrétaire perpétuel de cette académie de 2011 à 2016. Il est en outre, depuis le 13 juin 2013, membre de l'Académie française. Le premier janvier 2018, il est devenu Chancelier de l'Institut de France.



INSTITUT DE FRANCE
Académie des sciences

SCIENCE & ENSEIGNEMENT

Sur inscription : tiphaine.jolivet@institut-de-france.fr