

# ***La transition énergétique en France et en Allemagne***

*Déclaration conjointe des quatre académies nationales*

*Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina  
acatech - Deutsche Akademie der Technikwissenschaften  
Académie des sciences  
Académie des technologies*

*24 juin 2015*

## Résumé

Source de bien-être, de santé, de développement social et économique, l'énergie est essentielle à la vie humaine. Satisfaire la demande mondiale d'énergie, restreindre la consommation d'énergie dans les pays développés et réduire les émissions mondiales de gaz à effet de serre (GES) soulèvent des défis fondamentaux pour l'avenir de notre planète. Face à ce problème omniprésent et en raison de la tenue prochaine de la 21<sup>e</sup> Conférence sur le changement climatique des Nations Unies, la COP 21, les quatre académies nationales des sciences et technologies en France et en Allemagne ont décidé de renforcer leur coopération mutuelle et d'organiser deux rencontres sur la "transition énergétique".

Cette initiative vise à fournir un cadre pour partager les connaissances, anticiper les défis à venir, identifier les domaines qui pourraient faire l'objet d'une coopération plus étroite entre nos pays et produire des avis pour les décideurs et, plus généralement, pour la société. Les rencontres ont fait apparaître des thèmes prioritaires pour une collaboration renforcée : efficacité énergétique, infrastructure des réseaux, réseaux intelligents, mobilité, énergie nucléaire (fission) - sécurité et gestion des déchets, fusion nucléaire, énergies renouvelables, stockage de l'énergie et, enfin, aspects sociaux et économiques de la transition énergétique.

Compte tenu des défis complexes, amplifiés par le débat politique et par les conditions et points de départ différents de la transition énergétique dans les deux pays, les quatre académies ont également identifié les lignes d'actions communes suivantes :

- **Créer un système énergétique durable** : l'objectif premier de la politique énergétique et climatique au 21<sup>e</sup> siècle sera de créer un système durable d'approvisionnement énergétique, c'est-à-dire dans lequel les émissions de GES seront réduites de façon notable au niveau mondial, tout en assurant la sécurité d'approvisionnement. Cela doit s'inscrire dans une perspective à long terme, et nécessite également un équilibre adéquat entre objectifs environnementaux, attentes sociales et impératifs économiques.
- **Promouvoir des politiques de collaboration** : les académies saluent l'intention des deux gouvernements d'appuyer des politiques énergétiques et climatiques efficaces au niveau européen par l'intermédiaire d'une Union européenne de l'énergie. Cela rendra l'énergie plus sûre, abordable et durable, et produira des politiques compatibles avec celles mises en œuvre dans d'autres parties du monde. Dans cet esprit, les académies encouragent les efforts déployés par les deux gouvernements pour faire adopter, au cours de la 21<sup>e</sup> Conférence des parties qui se tiendra à Paris à la fin de 2015, un accord international sur le climat ambitieux.
- **Affirmer le rôle central de la science, de la technologie et du développement industriel** : parvenir à une transition énergétique efficace ayant pour résultat une réduction substantielle des émissions de GES soulève des questions complexes qui sont généralement sous-estimées. Cela nécessite des solutions reposant fondamentalement sur la science, la technologie et les capacités industrielles. Les académies soutiennent la mise en place de programmes de financement forts pour la R&D sur l'énergie, et en particulier pour la recherche fondamentale sur des thèmes transversaux, à long terme. Ces programmes devraient s'appuyer sur des approches innovantes et contribuer également à l'amélioration de la compétitivité internationale de l'industrie européenne.
- **Sensibiliser le public aux questions de politiques énergétiques** : afin de promouvoir une compréhension systémique et partagée du système énergétique, il est important de comprendre les attentes du public et de le sensibiliser aux questions et aux contraintes induites par l'énergie. L'objectif est de faire émerger une vision européenne de l'énergie qui pourra recevoir l'adhésion des citoyens européens.
- **Renforcer la coopération scientifique, technologique et industrielle franco-allemande** : la France et l'Allemagne ont toutes deux besoin d'innovation et de rupture dans le domaine de l'énergie. Elles sont heureusement dotées de compétences d'un niveau élevé dans les domaines appropriés, mais elles bénéficieraient l'une et l'autre d'une coopération scientifique et industrielle plus intense.
- Enfin, les académies suggèrent la **création d'un Comité franco-allemand de recherche consultatif dirigé par les académies**, qui pourrait examiner les questions de recherche d'intérêt commun ainsi que les priorités dans le cadre de la transition énergétique. Il pourrait également permettre d'évaluer les développements réalisés dans nos deux pays.

## Préface des présidents

Dans le but de renforcer la coopération bilatérale et en vue de la COP 21 - 21<sup>e</sup> conférence des Nations Unies sur le Changement Climatique (CCNUCC), les quatre académies nationales des sciences et des technologies en France et en Allemagne ont invité des chercheurs et experts renommés à participer à deux ateliers sur la transition énergétique dans les deux pays. La transition est définie ici comme une transformation du système énergétique à long terme en un système émettant beaucoup moins de gaz à effet de serre (GES). Elle est désignée en Allemagne sous le nom de « Energiewende » (tournant du système énergétique) et en France comme « La transition énergétique ».

La motivation de l'initiative conjointe des quatre académies est triple :

### **Partager les connaissances**

Les deux pays peuvent apprendre l'un de l'autre et bénéficier d'un partage de leur expérience. La transition énergétique allemande entraîne une transformation complète du système national de l'énergie qui inclut une réduction substantielle de la consommation globale d'énergie et une introduction massive des énergies renouvelables (EnR). La récente loi pour la croissance « verte » en France est destinée à organiser la transition vers un système énergétique entraînant de plus faibles émissions de GES. L'évolution des deux systèmes offre des occasions intéressantes pour des études conjointes et des enquêtes factuelles. Les réussites et les difficultés ainsi que l'impact sur les pays voisins doivent être soigneusement évalués. L'exercice présent pourrait servir de modèle à un effort coordonné plus large qu'il serait souhaitable de réaliser sur un plan international.

### **Anticiper les défis à venir, mais aussi conseiller les décideurs et la société en général**

Afin de relever les défis à venir, il est nécessaire de pouvoir compter sur le soutien d'un public bien informé. Des experts devraient pouvoir fournir à tous les acteurs principaux, y compris bien sûr les politiques et les gouvernants, des informations fiables, offrant ainsi une base pour l'élaboration des politiques publiques. S'appuyant sur l'expertise de leurs membres et d'experts associés, les académies souhaitent également participer à une plus grande sensibilisation du public aux questions énergétiques et à leurs conséquences, et favoriser une meilleure compréhension de ces questions par l'ensemble de la société.

Dans le contexte franco-allemand, ces objectifs ont gagné encore en importance en raison de la récente déclaration conjointe des deux pays au niveau ministériel (31 mars 2015), qui vise à intensifier leur coopération dans les domaines de la politique climatique et énergétique au niveau européen, régional et bilatéral. Les deux pays ont manifesté leur intention de faire en sorte que la « décarbonation » de leur économie (une réduction progressive de la consommation de combustibles fossiles), la réalisation de l'Union énergétique et la coopération dans le marché d'électricité soient des priorités majeures.

### **Identifier les domaines pour une coopération scientifique et technologique étroite**

La France et l'Allemagne ont des activités de recherche scientifique et technologique d'un très haut niveau dans le domaine de l'énergie. Le processus de transformation bénéficiera fortement de solutions innovantes en R&D issues des secteurs public et privé. Ce processus, qui engagera divers secteurs de l'industrie européenne, pourrait leur permettre de renforcer leurs positions concurrentielles – pour autant qu'une stratégie cohérente et rigoureuse soit suivie. La coopération entre les deux pays dans les domaines d'expertise commune et l'utilisation de forces complémentaires devraient significativement accélérer la mise au point de solutions innovantes. Des sujets transversaux tels que les matériaux fonctionnels pour des applications énergétiques, le stockage de l'énergie, la modélisation des systèmes d'énergétiques, des ressources de combustibles non fossiles ou des aspects socio-économiques de la transition énergétique sont des exemples de domaines susceptibles de bénéficier de la collaboration scientifique.

Tout en suivant des stratégies différentes dans certains secteurs, en particulier pour la production d'électricité, la France et l'Allemagne peuvent tirer des leçons de l'expérience de l'une et l'autre et bénéficier d'une étroite coopération. En travaillant ensemble, nos deux pays peuvent mettre en place un exemple à suivre en Europe et faciliter ainsi la transition énergétique dans d'autres pays européens, ainsi que dans l'Europe entière. Réussir la transition vers un système énergétique durable en Europe pourrait aussi servir d'expérience pour d'autres pays ou régions du monde.

## Introduction et contexte

L'énergie est essentielle aux activités humaines : c'est une source de bien-être, d'amélioration de la santé de la population et de développement social et économique. Satisfaire les besoins énergétiques mondiaux, restreindre la consommation d'énergie des pays développés et réduire globalement les émissions de GES constituent des défis fondamentaux pour l'avenir de notre planète. Sur le plan international, les situations initiales des pays sont très diverses du fait de leur histoire et de leur situation économique, et notamment des ressources et des atouts industriels dont ils disposent.

Pour le système énergétique français, l'énergie nucléaire est cruciale, produisant actuellement 75 % de son énergie électrique et représentant plus d'un tiers de sa consommation totale d'énergie primaire. La France a développé l'énergie nucléaire principalement pour améliorer sa sécurité d'approvisionnement énergétique après la quasi-disparition progressive des centrales électriques à charbon et l'utilisation de presque tout son potentiel hydroélectrique. Cette orientation a produit d'autres effets positifs, tels que (i) une réduction nette des importations de combustibles fossiles, (ii) une réduction des émissions de CO<sub>2</sub> par habitant, qui est aujourd'hui parmi les plus faibles d'Europe (avec seulement 46 Mt CO<sub>2</sub>/an émis pour une production annuelle totale de 540 TWh d'électricité) et (iii) une très bonne stabilité du réseau grâce à une forte inertie intrinsèque fournie par le nombre important de grandes centrales électriques.

Dans le même temps, la France s'est donné pour objectif de réduire la part de l'énergie nucléaire dans la production d'électricité de 75 % à 50 %, et d'augmenter progressivement la part des énergies renouvelables (EnR) dans la mesure où ces dernières ont pour effet une véritable réduction des émissions de GES.

L'Allemagne, quant à elle, a décidé d'abandonner progressivement l'énergie nucléaire et s'est donné pour objectif d'accroître la part des énergies renouvelables de façon à atteindre des niveaux de 80 % à 100 % de sa consommation totale d'électricité, et de 60 % de sa consommation d'énergie finale d'ici à 2050. De fait, la part des énergies renouvelables intermittentes dans la production d'électricité s'est accrue plus rapidement que prévu, atteignant plus de 25 % en 2014. Cependant, le processus n'a pas toujours été sans encombres : au cours des dernières années, les émissions de CO<sub>2</sub> ont à nouveau partiellement augmenté, en raison de la contribution croissante des centrales thermiques alimentées au charbon bon marché pour la production d'électricité (les émissions sont à un niveau de 334 Mt CO<sub>2</sub>/an pour une production annuelle d'énergie électrique de 631 TWh) ; par ailleurs, la « loi allemande d'énergie renouvelable » a induit des coûts supplémentaires ; enfin, et le surplus d'énergie électrique a parfois entraîné une charge élevée sur les réseaux électriques des pays voisins. Néanmoins, le soutien public à l'*Energiewende* reste fort, et l'Allemagne s'attend à ce que les problèmes associés à cette transformation se résolvent à l'avenir, en particulier par une meilleure intégration de l'*Energiewende* dans un système global européen de l'énergie.

Plusieurs pays européens transforment actuellement leurs systèmes énergétiques, mais en empruntant des voies différentes. Il est donc temps de repenser une stratégie énergétique pour l'Europe, en prenant en compte l'expérience récente et avec l'objectif de changer de paradigme en développant une approche systémique globale. Cependant, il ne peut y avoir de plan directeur pour la transformation énergétique, ni à l'échelle nationale, ni à l'échelle mondiale, parce que la transition énergétique implique la transformation continue d'un système complexe avec sa dynamique inhérente. Il faut tenir compte des ressources locales, des facteurs économiques et des actifs industriels, tout cela dans le cadre d'un avenir durable.

## Priorités pour une collaboration franco-allemande plus étroite

La transition énergétique nécessite beaucoup d'efforts et de temps ainsi qu'une maîtrise attentive et dynamique. Il y a un besoin d'innovation dans le domaine de l'énergie. Heureusement, dans ce contexte, la France et l'Allemagne disposent de compétences de haut niveau en recherche et technologie. Une coopération scientifique, technologique et industrielle plus intense sera profitable pour les deux pays et permettra d'aboutir aux solutions recherchées et aux ruptures nécessaires pour résoudre les problèmes urgents, tout en créant des emplois. Les paragraphes suivants mettent l'accent sur des points majeurs identifiés par les membres du groupe de travail mis en place par les quatre académies. Ils sont très prometteurs pour développer une collaboration franco-allemande plus étroite au niveau scientifique,

technique, environnemental, sociétal et économique. Bien qu'à l'heure actuelle, dans le contexte de la transition énergétique, le secteur de l'électricité reçoive le plus d'attention, les membres du groupe soulignent que des solutions innovantes pour le chauffage et la mobilité sont également nécessaires (presque un tiers de l'énergie est consommé pour la mobilité et 45 % à 50 % vont dans la consommation pour le chauffage et le refroidissement). En outre, ils soulignent l'importance de la R&D dans le domaine de l'énergie et en particulier de la recherche fondamentale à long terme, qui soutiendra la transformation du système énergétique dans les prochaines décennies.

### ***Efficacité énergétique***

La France et l'Allemagne ont pour objectif d'accroître l'efficacité énergétique dans tous les secteurs, selon les objectifs définis par l'Union européenne. L'échange d'informations et la coopération dans ce domaine sont nécessaires. Des améliorations substantielles de l'efficacité énergétique sont une condition pour réduire les émissions de gaz à effet de serre et réaliser un système énergétique durable. La réduction de la demande énergétique qui en résulte est également positive pour soutenir les efforts de réduction de notre dépendance aux énergies fossiles, même si celles-ci restent abondantes et relativement peu coûteuses.

Dans le secteur du bâtiment, en particulier, il existe un potentiel important dans les deux pays pour accroître la performance énergétique. Une amélioration systématique de cette efficacité est possible, si les défis économiques qui en découlent sont abordés. Cela peut donc nécessiter une action politique concertée.

En ce qui concerne le chauffage, les situations actuelles en France et en Allemagne sont comparables : les deux pays ont des niveaux de consommation d'énergie et d'efficacité similaires et un pourcentage élevé de bâtiments plus anciens et moins efficaces. La recherche et la collaboration bilatérales pourraient également s'orienter vers le développement de nouveaux concepts de planification urbaine efficaces vis-à-vis de l'énergie. D'autres secteurs à prendre en compte sont l'efficacité dans les procédés industriels intensifs en énergie et dans celui des technologies de l'information, actuellement en croissance rapide.

### ***Infrastructure de réseau et réseaux intelligents***

Le réseau électrique est un sujet d'intérêt majeur pour les deux pays. Il existe de nombreuses améliorations possibles grâce à des développements technologiques nouveaux. Sa souplesse et sa stabilité sont essentielles non seulement pour la France et l'Allemagne, mais aussi pour toute l'Europe. Il est primordial d'examiner les conséquences de l'insertion de quantités croissantes d'énergie renouvelable intermittente pour la stabilité et la résilience du réseau. La préservation de la stabilité du réseau électrique est une question centrale, comme l'est celle de l'utilisation et du stockage des surplus d'électricité. Ce sont des défis auxquels les deux pays sont confrontés, quoique à des degrés divers. Le déploiement et l'exploitation de solutions nouvelles pourraient permettre une plus grande souplesse du système énergétique. Citons les réseaux intelligents (*smart grids*), la gestion de la demande dans les secteurs privés et industriels (comme le système « Ecowatt » en Bretagne et en Provence), des méthodes d'écrêtage (*peak shaving*) ou des systèmes efficaces de conversion d'énergie (énergie transformée en stockage d'eau chaude, en chaleur, en gaz, en carburants ou en produits chimiques, etc.). Ces domaines profiteront d'une coopération scientifique et technologique accrue entre les deux pays. Bien que la discussion soit souvent centrée sur le réseau électrique, d'autres réseaux tels que ceux du gaz, de chaleur ou même d'hydrogène doivent être inclus.

### ***Mobilité***

Pour les quelques décennies à venir, le pétrole et le gaz continueront à couvrir une grande partie de l'énergie nécessaire pour l'aviation et le transport routier des personnes et des biens, particulièrement sur de longues distances. Cependant, la recherche peut accélérer le développement de véhicules conventionnels plus économes. Des technologies plus efficaces sont recherchées pour les avions et les véhicules automobiles, notamment des architectures hybrides ou totalement électrifiées utilisant des batteries, ou éventuellement des alimentations par piles à combustible. Les futures générations de systèmes de batteries, au-delà des batteries lithium-ion actuelles, promettent des densités d'énergie plus élevées à un coût bien plus réduit, et devraient ainsi faire l'objet d'efforts conjoints de R&D. Des technologies de propulsion plus efficaces, des moteurs thermiques plus compacts, des systèmes de

récupération d'énergie et des supercondensateurs pour le stockage de puissance sont aussi des sujets importants.

La recherche bilatérale et les projets industriels doivent également couvrir les aspects sociotechniques, notamment les attentes du public, la perception sociétale de la mobilité et le rôle des citoyens dans l'introduction de nouvelles technologies et de nouveaux concepts.

### ***L'énergie nucléaire (fission) : sûreté et gestion des déchets***

L'énergie issue de la fission nucléaire continuera probablement d'être l'épine dorsale du système de production d'électricité français, alors que l'Allemagne se retire progressivement de cette option. Toutefois, les deux pays doivent traiter des questions de sûreté nucléaire, de démantèlement des centrales nucléaires, de gestion et d'élimination des déchets nucléaires. Les connaissances à acquérir sont importantes pour les deux pays, mais elles sont également d'importance mondiale : la mise en place de projets communs à long terme constitue donc l'étape suivante. La coopération entre les deux pays serait possible dans les domaines de la séparation et de la transmutation des déchets nucléaires, par exemple en utilisant les technologies axées sur les accélérateurs. La France seule est impliquée dans la conception d'ASTRID, un prototype pour le développement de réacteurs de génération IV à neutrons rapides.

### ***Fusion nucléaire***

La fusion nucléaire pourrait être une option sûre, durable et de long terme pour la production d'électricité en régime de base. Des travaux de recherche dans ce domaine sont engagés dans les deux pays et il existe plusieurs projets communs. La France a pris une position de leader en accueillant le projet international de fusion ITER. Le soutien de l'Allemagne avec son programme intensif sur la fusion a été crucial pour la réalisation du projet d'ITER. Les deux pays devraient poursuivre leur coopération de longue date dans ce domaine en travaillant ensemble pour le succès de cette entreprise. Les membres du groupe des quatre académies sont d'avis que la recherche sur la fusion doit continuer au niveau actuel et que le projet ITER doit être soutenu jusqu'à une réussite finale. Cependant, ils notent que la fusion est peu à même d'apporter une contribution à l'approvisionnement en électricité avant 2050.

### ***Énergies renouvelables***

Pour les deux pays, augmenter la part des EnR est un moyen essentiel pour réduire les émissions de GES. L'expérience récente montre cependant que l'insertion croissante d'électricité renouvelable intermittente dans le réseau électrique expose à des défis techniques et économiques. Pour compenser l'absence d'électricité lorsqu'il n'y a pas de vent ou de soleil, des options de flexibilité doivent être introduites dans le système énergétique. Cela nécessite notamment la conception et le déploiement de solutions pour le stockage de l'énergie à grande échelle à long et à court terme, ainsi que de nouveaux concepts de gestion de la demande et de stabilisation du réseau. Il est également important de s'assurer que les énergies renouvelables demeurent économiquement viables pour les consommateurs et ne déstabilisent pas le système économique. Les deux pays pourraient bénéficier de leur expérience mutuelle dans le domaine des EnR et concentrer leurs compétences sur les solutions nouvelles et innovantes.

L'énergie issue de la biomasse et stockée sous forme solide (bois), liquide (biocarburant) ou gazeuse (biogaz) pourrait remplacer en partie les combustibles fossiles. Plusieurs voies d'utilisation de la biomasse sont actuellement explorées dans les deux pays. La première génération d'utilisation de la biomasse, par exemple sous forme de bioéthanol ou de biodiesel à partir de plantes énergétiques cultivées comme le maïs, est devenue récemment l'objet d'une évaluation critique en raison des conflits avec un système agricole durable et une production d'aliments acceptable. Ainsi, une loi en France exige que les biocarburants ne soient pas fabriqués à partir de plantes comestibles, pour éviter toute concurrence avec les sources d'alimentation humaine. L'utilisation d'engrais pour les cultures destinées à la fabrication de biocarburants est également indésirable, car elle peut contribuer notablement aux émissions de GES. Cependant, les deuxième et troisième générations d'utilisation de la biomasse issue de déchets issus de l'équarrissage ou de la paille, par exemple, ou encore des déchets organiques, en général, pourraient fournir une quantité importante de sources d'énergie à base de biomasse durable après conversion sous des formes solides, liquides ou gazeuses. La recherche sur le développement de concepts, de méthodes et de procédés pour produire efficacement de tels produits à base de biomasse est poursuivie dans les deux pays et doit recevoir plus d'attention et un financement accru.

## **Aspects sociaux et économiques de la transition énergétique**

L'expertise en sciences économiques et sociales est nécessaire. Elle permet d'identifier et d'évaluer les conséquences économiques et sociales des choix en matière de politiques énergétiques, et d'assurer la compatibilité sociale des étapes de transformation, pour accompagner les grands projets ou les grands changements (par exemple par la participation) et d'étudier les différents aspects de la participation des citoyens (par exemple en tant que "prosumers", i.e., à la fois producteurs et consommateurs). Il est essentiel, par ailleurs, d'encourager et de soutenir la compréhension par le public des objectifs de la transition énergétique ainsi que ses possibilités techniques et ses contraintes. Il est en particulier indispensable (1) d'analyser, reconnaître et tenir compte des attentes sociétales et des problèmes de compatibilité lorsqu'on effectue des choix de politique énergétique ; (2) d'identifier les principales conséquences socioéconomiques, technologiques, environnementales et industrielles de ces choix du point de vue du coût, de la compétitivité, de l'emploi et de la participation de toutes les parties prenantes ; (3) d'améliorer la compréhension des interconnexions entre le développement technologique, la gouvernance organisationnelle et les comportements humains au sein du système énergétique dans sa totalité.

## **Conclusions**

Compte tenu des défis techniques complexes, des discussions politiques et des points de départ différents pour la transformation du système énergétique dans les deux pays, les quatre académies sont arrivées aux conclusions suivantes qui sont présumées pertinentes pour toutes les parties prenantes et en particulier pour les décideurs.

### ***Créer un système énergétique durable***

L'objectif primordial de la politique énergétique et climatique au 21<sup>e</sup> siècle doit être de créer un système durable d'approvisionnement énergétique, c'est-à-dire un système dans lequel les émissions de gaz à effets de serre sont sensiblement réduites. Pour avancer dans cette direction de manière fiable, les décideurs devront trouver des trajectoires qui permettront d'équilibrer les objectifs environnementaux, les attentes sociétales et les objectifs économiques tout en assurant la sécurité d'approvisionnement. Sur un plan pratique, les politiques énergétiques exigent une perspective et une planification à long terme mettant l'accent sur la dimension multiple des problèmes de durabilité. Cela demande l'identification des meilleures pratiques, en tenant compte des expériences du passé et en s'appuyant sur une analyse approfondie, tout en mesurant l'importance de la coopération et de l'intégration régionale.

Les académies estiment que la décision, prise par le Conseil européen d'octobre 2014, de définir un objectif contraignant de l'UE d'au moins 40 % de réduction des niveaux d'émissions de gaz à effet de serre domestiques d'ici 2030 est une étape importante. Les académies observent que l'effort correspondant aurait une vraie valeur seulement si l'objectif de réduction des GES est partagé au niveau mondial, avec des objectifs contraignants similaires partie intégrante d'un accord mondial. En outre, les académies reconnaissent qu'un système d'échange de droits d'émissions peut être un instrument efficace dans ce contexte, comme cela a été confirmé par de nombreux experts dans les deux pays. Les académies soutiennent ainsi explicitement la révision du système d'échange des droits d'émissions de l'UE (EU ETS) et font référence au document récent de l'Euro-CASE "*Reform Options for the European Emissions Trading System (EU ETS)*", qui suggère des approches alternatives. Les académies soulignent qu'une augmentation du nombre des pays (en dehors de ceux de l'UE) qui seraient disposés à participer à l'échange des droits d'émission de carbone améliorerait la crédibilité du système, et qu'il s'agirait là de la priorité la plus élevée. De plus, elles suggèrent qu'il devrait y avoir une cohérence entre le système d'échange des droits d'émission de carbone et les stratégies de subvention des EnR.

### ***Promouvoir des politiques de collaboration***

Les académies prennent acte de la déclaration commune des gouvernements français et allemands, présentée par le Conseil des ministres franco-allemand le 31 mars 2015. Les académies saluent l'intention des deux gouvernements de soutenir une politique énergétique et climatique efficace au niveau européen par l'intermédiaire d'une Union européenne de l'énergie. Dans ce sens, des programmes collaboratifs au niveau de l'UE tout entière doivent être encouragés, qui mettent l'accent sur de nouvelles approches scientifiques et technologiques pour la production et l'utilisation de l'énergie. En outre, l'établissement

des priorités, l'accord sur les programmes de développement et l'allocation des ressources doivent être partie intégrante de toute politique énergétique européenne future. Des politiques européennes compatibles avec les objectifs à long terme de la transition énergétique et qui cherchent à être également compatibles avec les politiques mises en œuvre dans d'autres parties du monde doivent être adoptées. Enfin, les pays de l'UE doivent avoir des stratégies complémentaires, visant à une compatibilité maximale, une modularité et une interconnectivité avec les pays voisins. En bref, l'Union de l'énergie doit répondre à la question de l'énergie en la rendant plus sûre, plus abordable et plus durable.

Surmonter les barrières nationales de nature technologique et politique pourrait ouvrir la voie à de futurs accords sur le plan international. Dans cet esprit, les académies encouragent notamment les efforts déployés par les gouvernements pour arriver à un accord international ambitieux sur le climat lors de la COP 21 à Paris, fin 2015.

### ***Affirmer le rôle central de la science, la technologie et le développement industriel***

Parvenir à une transition énergétique efficace conduisant à une réduction nette des émissions de GES est un problème complexe. Pour le résoudre, il faut pouvoir disposer de réponses au niveau économique et géopolitique, mais aussi, plus fondamentalement, au niveau scientifique, technologique et sociétal. Dans ces domaines, il existe de nombreux défis et contraintes qui doivent encore être surmontés. La nécessité de réduire les émissions de gaz à effet de serre met une pression sur les décideurs politiques qui les oblige à agir. Cette action, à son tour, sollicite une mobilisation de la science et de la technologie et un soutien engagé de l'industrie et des citoyens à tous les niveaux, afin de choisir et développer les solutions appropriées. Lors de la définition de politiques de transition énergétique, il est essentiel d'aborder les enjeux scientifiques, technologiques et socioéconomiques et d'évaluer le niveau le plus avancé du progrès actuel, mais aussi les progrès futurs possibles et les ruptures éventuelles. Cela nécessite un soutien suffisant à la recherche, au développement et à l'innovation afin que les potentialités et les ruptures se manifestent plus fréquemment. Cela suppose également une coopération étroite entre les disciplines scientifiques et techniques et les sciences sociales, afin d'assurer la compatibilité sociale et économique du développement technologique.

Les académies soutiennent ainsi des programmes de financement forts pour la R&D dans le domaine de l'énergie, en particulier pour la recherche fondamentale à long terme sur des sujets transversaux tels que l'efficacité énergétique, le stockage de l'énergie ou les nouveaux matériaux pour l'énergie. Ces activités serviront à soutenir la transformation du système énergétique dans les prochaines décennies et à améliorer la compétitivité internationale de l'industrie européenne.

### ***Améliorer la perception par le public des enjeux des politiques énergétiques***

L'énergie est devenue un sujet de discussion dans les médias et dans le grand public. Ces tendances sociétales correspondent à une augmentation du niveau de perception du problème, mais la compréhension des éléments fondamentaux et des contraintes reste souvent limitée ou biaisée par des opinions guidées par des idéologies ou des groupes d'intérêts. Cependant, le grand public est maintenant conscient du fait que la période immédiatement devant nous sera cruciale en termes de prise de décisions sur les questions d'énergie, et que ces décisions doivent pouvoir s'appuyer sur des débats scientifiques, technologiques et économiques. Par conséquent, compte tenu de la diversité des attentes et pour faire connaître et promouvoir une compréhension systémique et partagée des questions énergétiques, le grand public doit être plus largement impliqué dans la discussion des objectifs, des possibilités techniques ainsi que des contraintes des politiques énergétiques. Par ailleurs, les politiques devraient être examinées en fonction de leurs conséquences multidimensionnelles, internationales. En fin de compte, une vision européenne de l'énergie devra être élaborée et les citoyens européens pourront y adhérer.

### ***Promouvoir la coopération scientifique, technologique et industrielle franco-allemande***

Comme indiqué précédemment, les deux pays pourraient tirer profit d'une coopération renforcée dans le secteur de l'énergie. La récente proclamation ministérielle ainsi que la présente déclaration soulignent que les projets transfrontaliers pourraient fournir une expérience précieuse pour les deux pays et favoriser l'intégration transfrontalière systémique. Il existe un besoin d'innovation dans les domaines en rapport avec l'énergie, et la France comme l'Allemagne sont dotées d'un degré élevé de compétence dans ces domaines. En outre, une coopération scientifique, technologique et industrielle plus étroite pourrait produire des synergies qui ne se réaliseraient pas sans cela.



Enfin, les académies suggèrent la **création d'un Comité consultatif sur la recherche piloté par les académies**, qui pourrait discuter des domaines de recherche d'intérêt mutuel et des priorités de recherche dans le cadre de la transformation du système énergétique. Cela pourrait être un moyen pour rendre compte de l'évolution de la situation dans chaque pays (par exemple, en traitant des recommandations du projet allemand ESYS). Les délibérations de ce comité seront utiles aux décideurs.

## Comité éditorial

**Alexander Bradshaw**, Max-Planck-Institut für Plasmaphysik/Fritz-Haber-Institut der MPG

**Sébastien Candel**, vice-président de l'Académie des sciences, président de son *Comité Prospective en énergie*, membre de l'Académie des technologies

**Bernard Tardieu**, membre de l'Académie des technologies, président de sa *Commission Énergie et changement climatique*

**Eberhard Umbach**, form. Karlsruhe Institute of Technology (KIT), membre du bureau exécutif d'acatech

## Participants aux deux ateliers "Table ronde sur la transition énergétique"

### *Académie des sciences*

**Sébastien Balibar**, CNRS, École normale supérieure

**Catherine Bréchnac**, Secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, membre de l'Académie des technologies, ambassadeur délégué à la science et à la technologie

**Edouard Brézin**, École normale supérieure

**Sébastien Candel**, vice-président de l'Académie des sciences, président de son *Comité Prospective en énergie*, membre de l'Académie des technologies

**Marc Fontecave**, Collège de France

**Robert Guillaumont**, université Paris-Sud

**Didier Roux**, directeur de la recherche et de l'innovation, Saint-Gobain

### *Académie des technologies*

**Olivier Appert**, délégué général de l'Académie des technologies, ancien président-directeur général IFP Énergies nouvelles

**Yves Bamberger**, ancien directeur d'EDF R&D

**Alain Bugat**, président de l'Académie des technologies

**Thierry Chambolle**, président C.S. DEMETER, ancien délégué à l'innovation de SUEZ

**Jean-Michel Charpin**, économiste, Inspecteur général des finances

**Yannik d'Escatha**, conseiller du président de Sofinel

**Marc Florette**, GDF SUEZ

**Bruno Revellin-Falcoz**, président honoraire de l'Académie des technologies

**Gérard Roucairol**, président honoraire de l'Académie des technologies

**Bernard Tardieu**, président de la *Commission Énergie et changement climatique*

### *acatech - Deutsche Akademie der Technikwissenschaften*

**Harald Bolt**, Forschungszentrum Jülich

**Justus Haucap**, Düsseldorf Institute for Competition Economics (DICE)

**Reinhard Hüttl**, German Research Center for Geosciences, Potsdam, président d'acatech

**Eva-Maria Jakobs**, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule (RWTH) Aachen

**Wolfram Münch**, EnBW Energie Baden-Württemberg AG

**Ortwin Renn**, université de Stuttgart, membre du comité exécutif d'acatech

**Eberhard Umbach**, form. Karlsruhe Institute of Technology (KIT), membre du comité exécutif d'acatech

### ***Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina***

**Alexander Bradshaw**, Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, Garching / Fritz-Haber-Institut der Max Planck-Gesellschaft, Berlin

**Christian Rehtanz**, TU Dortmund

**Ferdi Schüth**, Max-Planck-Institut für Kohleforschung

**Reimund Schwarze**, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung Leipzig

**Hermann-Josef Wagner**, Ruhr-Universität Bochum

**Sigmar Wittig**, Karlsruher Institut für Technologie KIT, form. DLR et ESA, membre du présidium de la Leopoldina

### ***Coordinateurs***

**Christian Anton**, scientific officer, department Science, Politics and Society, Leopoldina

**Wolf Gehrisch**, relations internationales, Académie des Technologies

**Ulrich Glotzbach**, Section Head Energy, Resources, Sustainability; Head of Coordination Unit “Energy Systems of the Future”, acatech

**Philipp Großkurth**, scientific officer in the project “Energy Systems of the Future”, acatech

**Ruth Narmann**, Deputy Head International Relations Department, Leopoldina

**Cyril Stephanos**, scientific officer in the project “Energy Systems of the Future”, acatech