



Les défis technologiques et industriels des énergies décarbonées

Le paysage énergétique mondial, qui a profondément changé en moins de vingt ans, s'apprête à connaître une nouvelle révolution avec l'introduction massive des énergies renouvelables, des nouvelles technologies associées, ainsi que de plus en plus d'intelligence dans les réseaux d'énergie, dans la gestion de la demande et de l'offre. Dans ce contexte, la compétition industrielle et économique s'annonce rude. L'innovation est un facteur clé de réussite dans cette bataille. La France a les atouts pour la gagner, avec ses industriels de taille mondiale et ses centres de recherche de premier plan. Elle doit mettre désormais l'accent davantage sur l'amont, c'est-à-dire sur le soutien au développement de filières industrielles, ainsi qu'à la recherche et à l'innovation, en choisissant les filières d'excellence sur lesquelles elle peut devenir un des leaders mondiaux. Nous montrerons des exemples de démarches initiées en France en matière de photovoltaïque et de batteries, des secteurs qu'il faut continuer à soutenir et à développer.

par Jean THERME*

Le système énergétique dont nous avons hérité est en train d'exploser...

Depuis plus de cinquante ans, le monde développé a vécu sur un système énergétique dont les caractéristiques sont restées remarquablement constantes. Ce système avait été mis en place immédiatement après la Seconde guerre mondiale. Il se caractérise par :

- ✓ une prédominance absolue des énergies fossiles (notamment du pétrole : la signature du pacte de Quincy entre l'Arabie Saoudite et les Etats-Unis date de février 1945),
- ✓ l'introduction de l'énergie nucléaire, dont la part qui bien que significative reste modeste (moins de 10 %) dans le mix énergétique mondial,
- ✓ des systèmes de production électrique centralisés dans de nombreux pays avec, à la clef, des monopoles par type d'énergie.

On a pu constater également un développement continu de la consommation d'énergie dans les transports et un développement des usages industriels et domestiques de l'électricité.

Les crises énergétiques et les soubresauts politiques que le monde a connus pendant cette période n'ont modifié, pour l'essentiel, que le partage de la rente pétrolière et gazière entre les pays producteurs et les pays consommateurs ; ils ont aussi induit, à la marge, sinon une modération conséquente de la consommation énergétique, tout au moins une prise de conscience de la nécessité de mettre en œuvre des politiques d'efficacité énergétique. La création de l'Agence Internationale de l'Energie (IEA), une émanation de

l'OCDE, en 1973, est un symbole emblématique de cette période.

Un paysage énergétique radicalement différent se met en place...

La globalisation de l'économie (en particulier la dérégulation des marchés de l'énergie dans le monde) a initié à la fin du XX^e siècle un mouvement qui s'est ensuite amplifié sous l'effet de deux facteurs fondamentaux :

- ✓ l'inéluctabilité des limites des réserves des énergies fossiles. Quoi qu'en disent les spécialistes, les années nous séparant du fameux *peak oil* ne se comptent plus désormais, dans le meilleur des cas, que sur les doigts des deux mains. Le développement continu des pays émergents, très gourmands en énergie, va bien entendu accentuer les tensions sur les prix de toutes les énergies fossiles, et donc, *de facto*, les tensions géopolitiques. La question est maintenant de savoir si ce pic est susceptible d'être transformé en plateau ;
- ✓ la prise de conscience de la menace du changement climatique, au niveau planétaire, est un mouvement irréversible. Initié dans la dernière décennie écoulée, ce mouvement se traduit aujourd'hui dans un grand nombre de pays par des objectifs ambitieux (et chiffrés) de développement des énergies renouvelables et d'amélioration de l'efficacité énergétique. Rappelons simplement que l'objectif que s'est fixé la France à l'horizon 2020, à savoir 23 % d'énergies renouvelables dans la consommation finale du pays, est supérieur à la part actuelle du



nucléaire dans le bouquet énergétique de la France (un peu moins de 20 %), et supérieur à la performance de l'Allemagne (18 %), pourtant souvent citée en exemple.

Mais il est important de prendre en compte d'autres facteurs clés de la transformation du système énergétique.

Tout d'abord, le développement des technologies de l'information et de la communication a transformé radicalement, en l'espace de trois décennies, non seulement nos modes de vie, de penser et de communiquer, mais aussi nos rapports aux transports et, en particulier, à l'automobile, avec, par exemple, l'introduction de l'électronique dans l'automobile, du GPS ou encore de nouveaux modes de planification et de réservation de nos déplacements.

Ces mêmes technologies vont permettre d'introduire une véritable intelligence dans la gestion de l'énergie, entre les producteurs et les consommateurs, dans les domaines des transports, de la vie au domicile ou au bureau, ou entre citoyens et décideurs, pour les choix énergétiques collectifs. On voit émerger, peu à peu, la notion de *smart grid* pour les réseaux de distribution électrique, à l'échelle du quartier, de la ville ou de la région, et on verra sans doute apparaître demain celle de *smart energy grid*, si l'on étend cette intelligence à la gestion couplée des réseaux d'énergies électriques et gazières (gaz naturel, gestion des rejets de CO₂, biogaz, hydrogène). Les arbitrages permanents entre les sources d'énergie primaire, les vecteurs de transport et le stockage d'énergie seront alors généralisés ; ils rendront possible un réglage fin de l'adéquation technico-économique entre l'offre et la demande.

Deuxième point : le caractère diffus des énergies renouvelables et les technologies de conversion qui leur sont associées, permettent d'introduire une composante de production décentralisée et répartie. Les progrès réalisés dans les techniques de génération électrique, par exemple, donnent la possibilité de micro-génération à l'échelle du kilowattheure : moteurs Stirling, micro-turbines ou piles à combustible. La production par les ménages de leur propre électricité grâce à l'installation de panneaux photovoltaïques sur leur toit illustre également cette tendance.

Enfin, après une décennie de fort développement mondial des énergies renouvelables, une véritable industrie est née : la production électrique hors hydraulique est passée de 182 térawattheures (TWh) en 1998 à 525 TWh en 2008. Au total, en y incluant l'hydraulique, les formes d'énergie renouvelables représentent, au niveau mondial, environ 9 fois la production nucléaire française. La puissance du parc de production éolien atteignait, à la fin 2009, les 160 gigawatts (GW). Le solaire, avec 21 GW installés, suit cette tendance, mais avec un décalage temporel. Avec ces ordres de grandeur, on voit émerger également des unités centralisées de production d'énergies renouvelables, comme des fermes éoliennes d'une puissance atteignant 100 MW, des centrales solaires à concentration de 200 MW, des centrales biomasse, de cogénération ou de biocarburants de puissances allant de 10 à plus de 400 MW.

Cette introduction massive à la fois de différentes formes d'énergies renouvelables et de technologies de conversion, dans des endroits qui ne coïncideront pas nécessairement

avec les lieux de consommation, nécessitera non seulement les *smart energy grids*, ces réseaux énergétiques intelligents que nous avons évoqué plus haut, mais aussi des super-réseaux (*super grids*) de transport d'énergie décarbonée à l'échelle continentale afin d'augmenter la pénétration des énergies renouvelables dans le mix énergétique global.

En Europe, la récente initiative Transgreen (maintenant Medgrid), ou encore les travaux de Roadmap2050™, montrent clairement l'intérêt de développer ces réseaux entre zones de production massive et lieux de consommation, par exemple depuis les zones d'électricité éolienne *off-shore* du Nord de l'Europe ou depuis les centrales solaires des pays du sud de la Méditerranée. En Europe, ces méta-réseaux dotés d'une couche d'intelligence stratégique globale, ainsi que les *smart grids* gérant localement l'adéquation entre l'offre et la demande auront également un intérêt politique, celui de favoriser la mutualisation et la solidarité entre les différentes zones de l'Europe et la construction d'une Europe de l'énergie verte consensuelle (chose que le nucléaire n'a malheureusement pas réussi à faire).

Le paysage énergétique du XXI^e siècle s'annonce multi-sources (du côté de la production), multiforme (avec l'émergence de la production décentralisée et de micro-unités de production), avec une intelligence répartie dans des grappes locales reliées à des réseaux de transport d'énergie continentaux. La demande des consommateurs sera plus active et plus citoyenne, car, mieux informé, le citoyen sera appelé à maîtriser sa propre consommation, aidé en cela par des outils adaptés. L'unité de mesure économique ne sera probablement plus le kilowattheure, la tonne équivalent pétrole ou le litre d'essence, mais bien la demande de service (transport, confort thermique, confort visuel, etc.) aux moindres coûts environnemental et économique.

Les mots-clés de ce paysage énergétique nouveau seront : technologies innovantes, infrastructures de réseaux, intelligence de gestion fine, synergies entre énergies, associations, complémentarités et nouvelles convergences, par exemple entre transport et bâtiment.

La croissance « verte » : oui ; mais la France pourra-t-elle y accéder ?

Les gouvernements du monde entier se ruent sur ce nouvel eldorado, ces marchés gigantesques qui vont créer emplois et croissance durables. En 2009, à eux seuls, les investissements dans les capacités de production d'électricité se sont élevés à 200 milliards de dollars, dont la moitié dans les énergies renouvelables (source : rapport REN21 de l'Unep, une émanation de l'Onu).

Une étude de l'IEA prévoit un besoin en investissement dans les nouvelles capacités énergétiques atteignant plus de 26 000 milliards de dollars jusqu'en 2030. Mais, comme pour toute compétition économique à l'échelle mondiale, il y aura des gagnants et des perdants, notamment en matière de créations d'emplois nets.

Quelles seraient les conditions pour qu'un pays comme la France fasse plutôt partie de la première catégorie, celle des

gagnants ? Comment créer des filières industrielles compétitives en France, et donc des emplois ?

Nous défendons l'idée que c'est grâce à un soutien à l'amont (à l'offre d'énergie) que cette bataille se gagnera et qu'il faut désormais mettre l'accent sur ce volet et en faire une priorité.

Ces dernières années, l'accent a été mis sur le soutien à la demande, avec une politique d'incitation fiscale, d'aide à l'investissement, de tarifs préférentiels d'achat de l'électricité renouvelable ou de défiscalisation, pour les biocarburants. Mais cette politique a rapidement atteint ses limites en raison de son impact sur les finances publiques. De plus, elle ne peut se concevoir, par principe, qu'accompagnée d'une forte dégressivité dans le temps de ces aides dont la raison d'exister est de faire chuter les prix pour rapidement disparaître, une fois cet objectif atteint. On a parfois tendance à l'oublier, en n'en retenant que la phase initiale. Le cas récent des tarifs d'achat du photovoltaïque en France, largement supérieurs à la moyenne européenne, n'ont pas particulièrement favorisé la filière française. En revanche, ils ont créé des rentes de situation, tout en favorisant l'importation des matériels *ad hoc*, à contenu technologique non négligeable, de pays concurrents (notamment de la Chine).

Ce soutien à l'amont, c'est-à-dire jusqu'à la création de filières industrielles, peut comporter plusieurs volets : une politique industrielle impliquant de créer un environnement social, économique et fiscal accueillant pour la localisation de la production en France, une composante de soutien initial et ciblé à la demande nationale et, enfin, une politique très volontariste de soutien à l'innovation.

Ce dernier point est crucial pour gagner des parts sur ces marchés en forte croissance ; l'innovation est un facteur clé de succès, car elle seule permet de rester dans la compétition mondiale.

L'innovation : une clé essentielle pour gagner la bataille industrielle

Dans ce cadre, l'innovation joue un rôle fondamental, et ce, à plusieurs niveaux :

- ✓ *innovation technologique et scientifique*, car ces technologies jeunes ne sont pas matures économiquement et certaines d'entre elles doivent améliorer leurs performances. Le potentiel de rupture technologique reste considérable et cela donne un avantage concurrentiel au premier entrant ;
- ✓ *innovation par la convergence d'innovations* réalisées dans différents domaines : il est évident que les progrès réalisés dans les technologies de l'information et de la communication vont être un facteur clé de l'innovation dans la mise en place de réseaux énergétiques intelligents, cela à différentes échelles : locales, urbaine, régionale, interrégionale. Il est significatif de voir des compagnies, comme IBM, Google, Siemens ou General Electric, investir dans la ville de demain, une ville durable, intelligente, économe en énergie. Les acteurs des nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC) entrent dans le *business* énergétique, auquel elles

apportent les techniques de réseau et de traitement des flux d'information ;

- ✓ *innovation sur les services par les synergies de domaines* jusqu'ici disjointes : transport + habitat, énergies renouvelables + énergies traditionnelles. Des alliances entre énergéticiens et industriels des transports commencent à apparaître, à l'image des coopérations entre EDF et Renault, par exemple, dans la mise au point de véhicules électriques (voir la photo 1) ;
- ✓ *en matière de services « sur-mesure »*, dans les services à la personne, aux entreprises ou aux collectivités territoriales, en proposant des solutions répondant à leurs besoins. Il ne s'agira pas de leur vendre uniquement des kilowattheures ou des litres de fioul, mais aussi des services : gestion souple de leurs consommations énergétiques, gestion de leur chauffage en leur absence (ainsi que de tous leurs appareils électriques) et fourniture de sources d'énergie « bio » (à l'image des produits « bio », par exemple textiles ou alimentaires, que nous connaissons aujourd'hui).

Il faut à la France une recherche technologique de premier plan en matière d'énergie

La politique nationale de la recherche se doit de favoriser l'innovation et de soutenir une recherche technologique de premier plan au profit des entreprises.

Si la recherche technologique peut se faire en partie dans les entreprises, aucune d'entre elles aujourd'hui n'est en mesure de disposer de l'ensemble des compétences nécessaires au développement de nouveaux produits et services.

De plus, un couplage étroit de la recherche technologique à une recherche plus fondamentale est essentiel si l'on veut parvenir à des ruptures technologiques conduisant à la prise de brevets de base, souvent déterminants dans la maîtrise de nouvelles filières industrielles.

La recherche publique technologique dispose d'un spectre très large de compétences ; elle a un rôle à jouer dans l'ensemble de ces domaines d'innovation. L'obtention d'un bon partenariat entre l'industriel et un institut de recherche devient alors une condition essentielle de la réussite de telles coopérations. Cela implique la garantie de la mobilisation des compétences de la recherche *par l'industriel*, la tenue des délais et la garantie que les résultats de la collaboration seront suffisamment protégés tant au niveau de la propriété intellectuelle que de son exploitation par l'industriel. Mais cela veut dire aussi, *pour le centre de recherche*, un niveau de financement significatif des travaux par l'industriel ou par un système d'aide publique associé, un engagement de l'industriel sur le moyen terme, une propriété intellectuelle équitable permettant de valoriser au mieux les résultats de la recherche, dans l'intérêt collectif de la nation.

Le rôle des instituts de recherche publics a profondément changé ; il a été largement étendu, depuis une dizaine d'années. Non seulement ces laboratoires interviennent en matière de faisabilité technologique des avancées de la



Photo 1 : Illustration de la convergence entre habitat et transport : expérimentation à l'INES de la recharge de véhicules hybrides par des toits solaires photovoltaïques.

recherche fondamentale, d'amélioration continue des technologies existantes en développant de nouveaux matériaux et composants, mais ils intègrent désormais les technologies dans des systèmes de plus en plus complexes, jusqu'aux usages finaux, c'est-à-dire jusqu'à l'interaction avec les clients des entreprises bénéficiant de leurs travaux.

La recherche se fait désormais aussi dans les opérations de démonstration de systèmes ou de méta-systèmes (par exemple, bâtiments, réseaux énergétiques, véhicules, systèmes de transport complets, optimisation et recherche de synergies entre ces systèmes).

Cela permet d'introduire une indispensable boucle de rétroaction, qui recadre en permanence le cahier des charges de la recherche en cours. La recherche technologique est par nature une recherche partenariale avec les industriels de la chaîne de la valeur, les systémiers, les fournisseurs de services, ainsi, bien sûr, qu'avec les organismes de la recherche publique.

Mais la recherche publique est désormais impliquée dans une compétition mondiale. Les grandes entreprises sont de moins en moins enclines à faire jouer la préférence nationale dans ce domaine. Il suffit, pour s'en convaincre, de regarder la localisation des derniers centres de recherche de grands groupes tels que Saint-Gobain (l'Allemagne), Air Liquide (les États-Unis) ou General Electric (la Chine, l'Inde et l'Allemagne). La recherche publique doit faire la preuve de son adéquation aux besoins des industriels et associer non seulement un excellent niveau scientifique et un excel-

lent niveau technique, mais aussi offrir tout un écosystème associant éducation et formation, implication des collectivités territoriales, réseaux de PME.

Afin d'illustrer ce qui a été dit précédemment, nous prendrons deux exemples de soutien à l'innovation et à la création de filières industrielles en France. L'un concernant le développement d'une filière solaire en France et l'autre portant sur l'accompagnement de l'introduction du véhicule électrique. Ces deux domaines sont particulièrement porteurs, en termes de croissance et de création d'emplois.

L'INES et le développement d'une filière solaire en France

La création de l'Institut national de l'énergie solaire (INES), en 2005, près de Chambéry (voir la photo 2), a permis de concentrer les efforts et les moyens consacrés par la France au solaire dans le bâtiment. L'INES regroupe aujourd'hui près de 300 chercheurs provenant des principaux acteurs de R&D de la filière, à savoir le CEA, le CNRS, le Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) et l'Université de Savoie. Trois plateformes sont aujourd'hui en place :

- ✓ INESRDI, qui développe les améliorations et les innovations en lien avec la recherche fondamentale en amont, et ce, en fort partenariat avec les industriels en aval ;
- ✓ INES Démonstration, qui fait le lien entre les industriels de la filière et les résultats de la R&D au moyen d'opérations de démonstration des solutions ;



Photo 2 : L'Institut National de l'énergie solaire à Chambéry (INES) : un partenariat entre la recherche, l'enseignement, les collectivités locales et l'industrie.

✓ enfin, INES Education, qui a des missions d'information et de promotion, de formation continue, de veille et d'analyse, ainsi que d'expertise (notamment en matière de métrologie).

Un des objectifs majeurs de la R&D de l'INES est de faire baisser (d'un facteur 2 à 3) le prix du module photovoltaïque et de descendre au-dessous de la barre des 2 euros/Watt installé, puis de un euro/watt installé. L'augmentation des rendements des cellules photoélectriques, l'amélioration des procédés d'obtention du silicium de la qualité requise font partie de ses axes de recherche.

L'autre grand objectif est la mise au point de systèmes intégrant la production d'énergie solaire, son stockage, un système de gestion de l'énergie et l'intégration du tout dans un bâtiment ou sa connexion au réseau électrique. Les installations expérimentales comprennent également des bâtiments-tests permettant une approche système, ou la simulation d'un mini-réseau électrique permettant de réaliser des expériences de recharge de batteries utilisées par des véhicules de transport au moyen d'électricité solaire.

Ce regroupement a permis d'atteindre une taille critique. Le Fraunhofer ISE, en Allemagne, qui est un institut de référence dans le domaine, a des effectifs du même ordre de grandeur. La proximité géographique et organique du CEA Grenoble, le principal contributeur, au travers de ses deux instituts, Liten et Leti, offre à l'INES un ensemble de compétences unique, dans les nanomatériaux, les technologies du silicium, les technologies innovantes concernant les bat-

teries, les piles à combustible et les piles à hydrogène, ainsi qu'en matière de valorisation de la recherche et de protection de la propriété industrielle.

Il faut souligner également la contribution essentielle des collectivités locales et leur connaissance du terrain, sans lesquelles rien n'aurait été possible.

L'objectif ultime de l'INES est d'aider à la création d'une filière française du photovoltaïque qui soit compétitive. Afin d'accélérer le processus d'innovation dans le domaine des cellules photovoltaïques en silicium, le CEA a créé, avec les industriels EDF Energies Nouvelles et Photowatt, la société PV Alliance, qui est implantée à Bourgoin-Jallieu (dans le département de l'Isère). Son laboratoire pilote (Lab-Fab) validera, à l'échelle industrielle, les innovations issues des laboratoires de recherche associés.

On voit ainsi qu'une politique de l'innovation passe par un rôle accru de l'institut de recherche, qui joue le rôle d'un véritable pont entre la recherche fondamentale et l'industrie. La réussite de ce *cluster* à la française peut être attribuée à trois ingrédients : un écosystème local Chambéry-Grenoble, parfaitement intégré et soutenu par les collectivités locales, la présence d'acteurs nationaux (centres de recherche et industriels) et, enfin, une cohérence avec la politique nationale et son soutien financier, par exemple au travers des Investissements d'Avenir récemment institués.

Le deuxième exemple concerne le développement d'une gamme de véhicules électriques à batteries, en France, dans



lequel Renault s'est fortement engagé, dans le cadre de l'alliance Renault/Nissan. L'objectif est de réussir la mise sur le marché de produits en rupture dans le domaine de la mobilité individuelle en y intégrant les usages finaux du client. L'industriel français veut devenir le leader mondial de ce nouveau marché, permettant ainsi de créer (ou de maintenir) des emplois, en France et en Europe. Plus généralement, la batterie est une « technologie clé » vitale pour l'avenir de l'industrie automobile française. Le défi de l'introduction dans le marché global des voitures électriques est très important, il nécessite la mobilisation non seulement de toutes les compétences, mais aussi de l'Etat, dans l'accompagnement de cette véritable révolution.

Un accord majeur de coopération a été signé entre Renault et le CEA en septembre 2010 ; le rôle essentiel du CEA est d'épauler Renault sur les segments batterie et BMS (*Battery Management System*).

Le CEA possède des compétences spécifiques et complémentaires à celles de l'industriel en électrochimie, en thermique, matériaux, électronique de contrôle-commande et systèmes complexes. Son rôle sera de développer et transférer les technologies de la génération suivante, plus performantes en termes de capacité et de sécurité au moindre coût, notamment en offrant une gamme de systèmes batteries allant du *low cost* à des batteries plus sophistiquées, en fonction de l'architecture des véhicules.

De façon similaire à la filière silicium, le transfert des technologies selon les conditions industrielles de fabrication est capital. C'est pourquoi la réalisation en petites séries (de quelques centaines à quelques milliers d'exemplaire par an) est une étape de validation essentielle ; elle correspond, de toute façon, aux marchés des premières années (marchés de niches hors véhicules particuliers et démonstrations, flottes), avant la production de masse (quelques centaines de milliers d'unités par an). Du fait de l'absence de PME pertinentes en France, le CEA a été amené à participer activement à la création d'une société dédiée à cet objectif pour les marchés de niches (la société Prollion, avec le groupe Alcen).

On peut constater au travers de ces exemples que *la création de sociétés, de start-up*, le cas échéant, est devenue un des outils des centres de recherche. Cette voie de l'innovation présente beaucoup d'avantages : comblement d'un manque dans la chaîne du transfert de technologie, création d'emplois locaux, dynamisme propre aux *start-up*, motivation de chercheurs, qui peuvent trouver là l'opportunité de nouvelles expériences industrielles et de création d'entreprises. Il faut souligner que l'aide à la création de *start-up* et d'entreprises nouvelles, le crédit d'impôt recherche (dans sa dernière version) sont des outils performants et indispensables au développement de la recherche technologique et à l'accompagnement de l'innovation en France. Les fonds publics de financement collaboratifs (Oseo, ANR, Investissements d'avenir) concourent également au financement de la recherche avec une efficacité accrue dès lors qu'ils sont correctement ciblés.

Conclusion : soutenir l'offre, plutôt que la demande

Les nouvelles technologies de l'énergie et les énergies renouvelables présentent un potentiel de développement considérable au niveau mondial. Les défis économiques, techniques, sociétaux qu'ils impliquent, sont gigantesques.

Bénéficier de cette réserve de croissance économique ne sera pas automatique pour tous les pays. Comme pour d'autres domaines, c'est une guerre économique mondiale qui se met en place. Pour que la France puisse tirer son épingle du jeu et posséder, à terme, des filières industrielles compétitives sur son sol, il lui faudra soutenir de façon pérenne son offre, notamment en favorisant un environnement propice à l'innovation.

La recherche publique française sur l'énergie est un atout dans cette bataille pour l'innovation, car elle possède un bon niveau scientifique. Elle a développé des compétences et une expertise, complémentaires et plus larges que celles des laboratoires de recherche industrielle. Mais la mondialisation concerne aussi la compétition entre centres de recherche. Les compagnies n'hésitent plus à aller là où la recherche est la meilleure, la plus adaptée à leur demande, la plus réactive et offrant le meilleur rapport qualité prix.

L'environnement scientifique et humain des centres de recherche, le soutien des collectivités locales, la qualité de l'éducation et de l'enseignement supérieur sont autant de paramètres que les entreprises prennent en compte lorsqu'elles effectuent leur choix de collaborations.

S'ils veulent survivre et accompagner la croissance verte en France, les centres de recherche doivent créer des modèles de développement globaux avec leurs partenaires locaux, évalués selon un certain nombre de critères, parmi lesquels la qualité scientifique (publications...), l'innovation (brevets, *start-up* créées...) et l'engagement de collaborations avec les industriels (création de laboratoire communs, part de financement industriel du centre de R&D) et, enfin, les institutionnels (collectivités locales ou pôles de compétitivité).

Dans ce contexte, la création de filières industrielles françaises compétitives doit rester l'enjeu majeur de la politique de soutien aux Nouvelles Technologies de l'Énergie. Elle nécessite un support fort, continu, aussi bien local que national, dans le cadre d'une politique ambitieuse et volontariste en faveur de la R&D technologique et de l'innovation, au profit de l'industrie, avec une gamme d'outils financiers pérennes. Elle doit à terme s'insérer dans une vision plus large, celle d'une Europe de l'énergie.

Nous pensons que ce soutien à une véritable offre française est sans doute un des moyens les plus efficaces qui soient, en termes d'utilisation des finances publiques, pour créer, demain, en France, les emplois de la croissance verte.

Note

* Directeur de la recherche technologique, Directeur délégué aux énergies renouvelables du CEA.

