

Le tournant énergétique allemand : État des lieux et idées pour le débat français

Andreas Rüdinger (Global Chance)

Alors que la France engage son débat national pour la transition énergétique, il est intéressant de porter de nouveau le regard vers nos voisins allemands, engagés dans une transition énergétique ambitieuse depuis le début des années 2000. L'analyse ci-contre a pour vocation de dresser un bilan général sur l'avancement de la transition énergétique en Allemagne, autour de ses composantes énergétiques, économiques, sociales et environnementales. Bien que fondé sur une dynamique politique différente (autour du catalyseur que représente le projet de sortie du nucléaire décidé en 2000 puis révisé après l'accident nucléaire de Fukushima en 2011), l'expérience allemande comporte en effet de nombreux enseignements utiles pour le débat et la mise en œuvre de la transition énergétique en France¹.

Évolution du système énergétique allemand face aux objectifs du Energiekonzept

La présente section vise à donner un aperçu général de l'état d'avancement face aux objectifs de l'Energiekonzept allemand, résumés dans le tableau ci-dessous.

La réalisation des objectifs de l'Energiekonzept allemand			
	2012	Objectif 2020	Objectif 2050
Emissions de gaz à effet de serre			
Réduction des GES (base 1990)	-26,4 %*	-40 %	-80 à 95 %
Efficacité énergétique			
Réduction énergie primaire (base 2008)	-6 %	-20 %	-50 %
Amélioration intensité énergétique /an	-2 %	- 2,1 %	
Consommation d'électricité (base 2008)	-3,4 %	-10 %	-25 %
Part cogénération dans conso. d'électricité	15,5 %*	25 %	-
Performance énergétique des bâtiments			
Consommation chaleur	-	-20 %	
Consommation d'énergie primaire	-	-	-80 %
Rythme de rénovations lourdes par an	1 %	2 %	
Transports			
Consommation d'énergie finale (base 2005)	-0,5 %	-10 %	-40 %
Parc véhicules électriques	6 600	1 M.	6 M. (2030)
Energies renouvelables			
Part consommation finale	12,1 %*	18 %	60 %
Part consommation d'électricité brute**	22 %	35 %	80 %

Source : BMWi 2012, AGEb 2012

* : données 2011

** : incluant les pertes réseaux et l'autoconsommation du secteur électrique

¹ - Les lecteurs de cet article pourraient également être intéressés à consulter le numéro 30 des cahiers Global Chance (2011) : « L'énergie en Allemagne et en France : Une comparaison instructive », entièrement consacré à la comparaison des politiques énergétiques allemandes et françaises et comportant un travail d'analyse statistique plus détaillé.

Concernant l'objectif de **réduction des émissions de gaz à effet de serre** de 40 % d'ici 2020, l'Allemagne se positionne raisonnablement bien, avec, à la fin de l'année 2011, une réduction de 26,4 % par rapport à l'année de base 1990. Comme le démontre une récente analyse de l'Öko-Institut, les mesures actuellement mises en œuvre devraient permettre d'atteindre une réduction d'environ 35 % d'ici 2020². Cependant, l'atteinte de cet objectif ambitieux (par rapport à l'objectif européen de -20 %) dépend en grande partie de la capacité du pays à renforcer sa politique d'efficacité énergétique dans le bâtiment et à réduire davantage les émissions du secteur électrique. Dans les scénarios actuels, la moitié de l'effort de réduction d'émissions à réaliser entre 2008 et 2020 repose en effet sur le secteur électrique. Or, en l'absence d'un système d'échange de quotas CO₂ européen (EU ETS) plus contraignant³, de nouveaux signaux politiques nationaux seront nécessaires pour favoriser la réduction de la production fossile et notamment des centrales à charbon (cf. section 3).

La **politique d'efficacité énergétique** engagée en Allemagne montre également de premiers résultats, bien que ceux-ci s'avèrent encore insuffisants par rapport à l'objectif 2020, et plus généralement, par rapport au potentiel que représente la politique de maîtrise de la demande énergétique pour la transition énergétique. L'intensité énergétique a été réduite de 2 % par an en moyenne, entre 2008 et 2011⁴. Corrigée des variations climatiques, cette amélioration se limite néanmoins à 1,4 %. La réduction de la consommation d'énergie primaire reste en partie due à ces mêmes variations climatiques et un effort important sera nécessaire pour atteindre l'objectif d'une réduction de 20 % en 2020⁵.

À noter que la consommation d'électricité a baissé de 3,4 % (21 TWh) entre 2008 et 2012, ce qui équivaut à la production de deux réacteurs EPR. Ce résultat est d'autant plus notable que la consommation d'électricité ne comporte pas de part « thermosensible » en Allemagne, en raison de la très faible pénétration du chauffage électrique, présent dans seulement 3 % des logements (essentiellement sous forme d'anciens chauffages électriques à stockage nocturne)⁶.

En ce qui concerne l'objectif de **développement de la cogénération électricité-chaleur**, l'Allemagne reste sur une bonne voie avec une part de près de 16 % de la consommation d'électricité. Avec la réforme de la loi sur la cogénération de 2012, le soutien aux petites installations ainsi qu'aux installations modernisées a été augmentée et le soutien à la tri-génération (chaleur, froid, électricité) a été introduit dans la loi. Certains experts critiquent cependant l'absence d'un soutien spécifique et plus prononcé pour la cogénération à très petite échelle et préconisent une meilleure prise en compte du potentiel des installations de cogénération dans un futur mécanisme de capacités pour l'électricité⁷.

La politique allemande de **renovation thermique des bâtiments** affiche un bilan encourageant : la consommation d'énergie finale du secteur résidentiel a baissé de 15 % entre 2000 et 2011, malgré une augmentation de la surface habitable de 14 %. Cependant, le programme de rénovations thermiques reste pour l'instant en deçà du volume de travaux envisagés. En effet, l'objectif de porter le rythme de rénovations lourdes à 2 % du parc existant implique que plus de 700 000 logements soient traités chaque année, contre moins de 300 000 actuellement (dont 150 000 rénovations lourdes à travers le programme de la KfW). Les mécanismes de soutien financier gérés par la banque de développement allemande KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau) constituent un modèle intéressant pour la réflexion en France, notamment en ce qui concerne le déclenchement de travaux lourds, permettant d'atteindre un niveau de performance équivalent à celui d'un bâtiment neuf (voir section 2).

Dans le secteur de la **mobilité**, l'Energiekonzept allemand prévoit un déploiement substantiel des véhicules électriques avec l'objectif d'un million de véhicules d'ici 2020, contre quelques milliers actuellement. Selon les parties prenantes de la « plateforme mobilité électrique », créée en 2010 par le Ministère fédéral de l'environnement (BMU), cet objectif reste atteignable, à condition que l'effort de déploiement soit accompagné d'une véritable politique industrielle. On peut néanmoins critiquer le fait que la stratégie du tournant énergétique n'intègre pas à ce jour une réflexion plus large sur la mobilité incluant les questions d'aménagement du territoire et de transfert modal. Une politique de mobilité durable existe par ailleurs, mais se construit en parallèle et sans articulation avec la politique énergétique. Considérant le poids qu'occupent les transports dans les bilans énergétiques et d'émissions (presqu'un tiers de la consommation finale et 20 à 26 % des émissions respectivement en Allemagne

2 - Matthes, F. (2011) : *Treibhausgas-Emissionsprojektionen bis zum Jahr 2020*. Öko-Institut, 26 p.

3 - Le prix des quotas d'émission de CO₂ s'élève actuellement à moins de 5 euros par tonne (contre un niveau prévu initialement aux alentours de 20 à 30 euros), en raison du surplus considérable de certificats, généré par la crise économique et une politique d'allocation trop laxiste durant la deuxième phase du système d'échange.

4 - L'intensité énergétique représente la quantité d'énergie nécessaire à la production d'une unité de PIB. L'ambition allemande de -2,1 %/an est très proche de l'objectif français, défini à -2 % an jusqu'en 2015 et -2,5 % après 2015. Il est toutefois intéressant de noter que l'intensité énergétique (ainsi que les objectifs qui s'y rapportent) est généralement mesurée en énergie primaire en Allemagne et en énergie finale en France.

5 - Entre 2011 et 2012, l'évolution de la consommation d'énergie primaire semble être davantage corrélée avec les variations climatiques qu'avec le PIB. Ainsi, en 2011, la consommation d'énergie primaire a reculé de 5 % grâce à un hiver clémente et malgré une croissance économique de 3 %. L'augmentation légère de 2012 (0,8 %), en dépit d'une croissance économique plus faible (0,7 %) est due en grande partie au début d'année particulièrement froid.

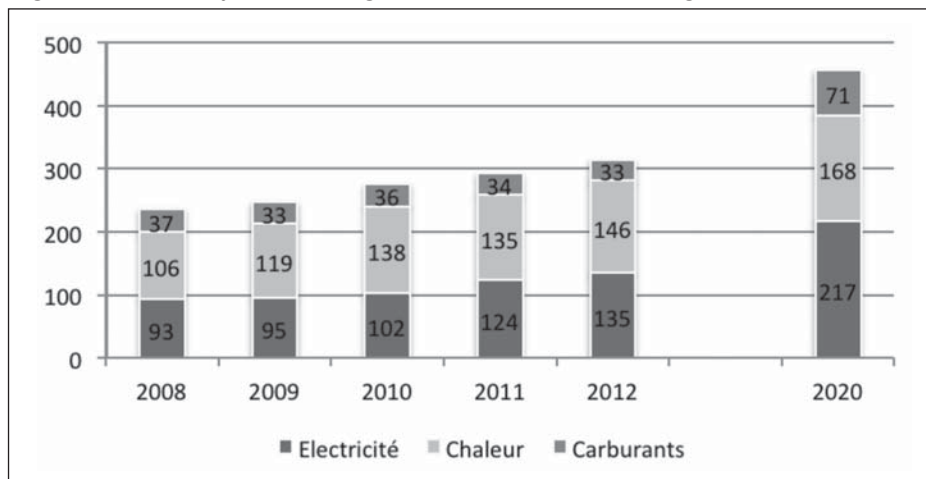
6 - Parallèlement, il est intéressant de noter que plus de 25 % des logements neufs sont équipés de pompes à chaleur, avec une tendance croissante depuis 2011 (AGEB 2012).

7 - Voir par exemple : „Entwurf eines Gesetzes zur Änderung des Kraft-Wärme-Kopplungsgesetzes (KWKG)“, Öko-Institut, 2012.

et en France), il semble essentiel que la question de la mobilité soit traitée comme un levier central de la transition énergétique, que ce soit à l'échelle nationale ou européenne.

Le **développement des énergies renouvelables** reste au cœur de la stratégie allemande. Poussée par l'augmentation considérable du photovoltaïque ces trois dernières années (7 GW de capacité additionnelle en 2010, 7,5 GW en 2011, 7,6 GW en 2012) la part de la production d'électricité renouvelable ne cesse d'augmenter, atteignant 22 % en 2012 (25 % sur le premier semestre 2012). La part des énergies renouvelables dans la consommation brute d'énergie finale a atteint 12,1 % en 2011, pour un objectif de 18 % en 2020. En 2012, la production d'énergie renouvelable (finale) s'est établie à 135 TWh pour l'électricité, 146 TWh pour la chaleur, et 33 TWh pour les biocarburants, en hausse de 22 TWh par rapport à 2011.

Fig. 1 - Production finale d'énergies renouvelables en Allemagne (TWh)



Source : BMU 2012

Les politiques allemandes en matière d'efficacité énergétique⁸

Les mesures d'efficacité énergétique sont incontestablement le levier majeur de la transition énergétique, quelle que soit l'échelle considérée. En Allemagne, l'effort majeur porte sur la rénovation énergétique des bâtiments, qui représentent – comme en France – plus de 40 % de la consommation d'énergie finale. Alors que le débat français sur la transition énergétique sera l'occasion de définir les leviers politiques et financiers adéquats pour exploiter ce formidable gisement de « négawatts », il paraît opportun de s'intéresser à quelques spécificités du modèle de financement mis en œuvre en Allemagne. Géré par la banque publique de développement allemande (KfW), ce modèle combine des crédits à taux préférentiel et des subventions directes, attribués en fonction de la performance énergétique atteinte après travaux.

Le circuit de financement

Le mécanisme de soutien financier allemand est basé sur une approche originale, combinant deux sources de financement. D'une part, les aides publiques accordées aux bénéficiaires sous forme de subventions directes et indirectes (bonification des prêts, distribués à un taux de 1 %) sont issus du « fonds énergie-climat ». Créé en 2010, celui-ci est alimenté par la totalité des revenus issus de la vente aux enchères de certificats européens d'émissions de CO₂⁹. Ceci apporte un avantage indéniable, puisque ces aides n'impactent pas le budget de l'État. En contrepartie, les ressources de ce fonds sont soumises aux variations du prix de ces mêmes certificats, ce qui conduit à un manque à gagner important pour 2012 et 2013, avec un impact direct sur le volume des aides mises à disposition des bénéficiaires¹⁰.

D'autre part, le circuit de financement est fondé sur la capacité de refinancement de la KfW, qui mobilise des volumes considérables (à faible coût) par le biais d'emprunts obligataires, garantis par l'État allemand. Ces ressources sont ensuite utilisées pour refinancer les banques locales auprès desquelles les ménages contractent le prêt. En 2010, la KfW a ainsi injecté près de 5 milliards d'euros pour la rénovation énergétique (9 milliards en incluant les constructions éco-performantes neuves). Ce point est fondamental : en France, les banques distri-

8 - Cette section présente une synthèse de l'analyse comparative « Rénover plus pour dépenser moins. La rénovation thermique du résidentiel privé en France et en Allemagne : regards croisés sur les outils politiques et financiers », qui sera publiée par l'Iddri en mars 2013.

9 - Lors de la création du fonds, il était également prévu que celui-ci soit approvisionné par les recettes de la taxe sur le combustible nucléaire, contrepartie de la prolongation de la durée de vie des centrales, négociée en 2010 et révoquée après l'accident de Fukushima. Les revenus de l'EU ETS constituent donc à ce jour la seule source de financement du fonds énergie-climat.

10 - En raison de la chute du prix des certificats, les recettes du fonds pour 2012 se sont établies à 380 M. € (au lieu de 780 M. € prévus), compensés par une contribution exceptionnelle du budget fédéral. Pour 2013, la chute des prix pourraient générer un manque à gagner considérable de jusqu'à 1,4 milliards d'euros (pour un budget total prévu de 2,1 milliards d'euros).

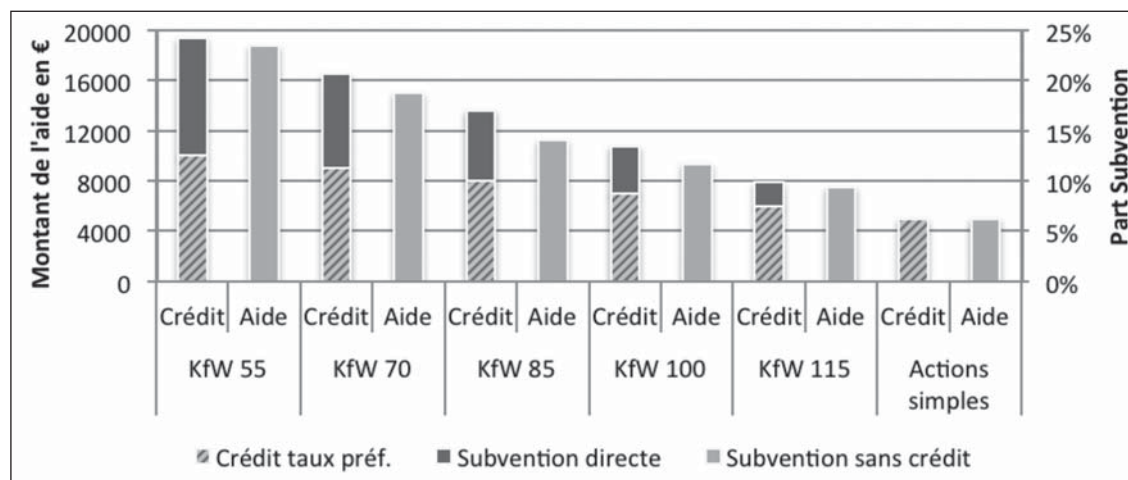
butrices financent l'éco-prêt à taux zéro sur leurs propres ressources, l'État n'assurant que le coût de la bonification du prêt, à travers un crédit d'impôt étalé sur plusieurs années, ce qui limite considérablement la propension des banques à distribuer ces prêts.

L'obligation de performance et le principe de progressivité des aides

Alors que le schéma français des aides à la rénovation énergétique reste pour l'instant attaché à une obligation de moyens (soutien à des équipements et actions précises en fonction de critères techniques¹¹), le modèle allemand est fondé sur une obligation de résultat : afin de bénéficier des aides (crédit préférentiel et subvention directe) pour la rénovation profonde, il faut attester que les travaux réalisés ont permis d'améliorer substantiellement la performance énergétique globale du bâtiment. Pour être éligible, les besoins énergétiques du bâtiment après travaux ne doivent pas excéder 115 % de la performance exigée pour une construction neuve, ce qui équivaut au standard « Bâtiment basse consommation – rénovation », établi en France à 80 kWh.m²/an. Cette observation est fondamentale pour comprendre les différences d'approches entre les modèles français et allemand : en France, le standard « BBC-rénovation » représente l'effort maximal acceptable d'un point de vue économique. **En Allemagne, ce même niveau constitue l'exigence minimale pour bénéficier des aides pour la rénovation globale.**

L'obligation de résultat pour le soutien à la rénovation globale est complétée par le principe de **progressivité des aides : le volume des subventions directes est corrélé au niveau de performance visé par le propriétaire**. Plus celui-ci est ambitieux, plus il recevra d'argent. Ainsi, la subvention directe (sans prise en compte du crédit préférentiel) pour rénover au standard « minimal » de 115 % de la consommation d'un bâtiment neuf s'élève à 10 % des coûts éligibles (max. 7 500 €). Pour un projet très ambitieux visant à atteindre le niveau de performance « KfW 55 » (55 % de la consommation d'un bâtiment neuf, équivalant au niveau Passivhaus), cette subvention atteint **25 % des coûts éligibles** (18 750 €). Ce principe a deux avantages : en favorisant des rénovations plus profondes, il limite le risque de « tuer le gisement » par une démarche trop partielle et incohérente sur le plan technique ou économique. Et en subventionnant fortement les projets très ambitieux sur le plan technique, il permet de tirer la filière vers le haut, contribuant à l'innovation et à la généralisation de projets très ambitieux.

Fig. 2 - Le principe de progressivité des aides dans les programmes de la KfW



Les barres hachurées (« crédit taux préf. ») indiquent la subvention indirecte accordée par le crédit à taux préférentiel (le coût de financement évité par rapport à un prêt classique de marché). Le montant de cette aide indirecte dépend du montant (jusqu'à 75 000 euros) et de la durée du prêt. Le graphique représente une valeur moyenne (prêt de 40 000 euros sur 15 ans, 7 000 euros de coût évité). La barre foncée indique le supplément de subvention directe, en cas d'atteinte du niveau de performance visé. La barre en gris clair indique la subvention directe accordée si le bénéficiaire n'a pas recours à un crédit préférentiel.

L'intégration de l'expertise professionnelle

Afin de bénéficier des aides, les propriétaires doivent impérativement faire appel à un expert thermicien certifié avant le lancement des travaux. Celui-ci doit faire un diagnostic énergétique et valider la conformité des travaux. La même procédure est obligatoire après la réalisation des travaux pour certifier la mise en œuvre des travaux et le niveau de performance énergétique atteint, qui conditionne le paiement de la subvention directe. Ce système présente plusieurs avantages :

11 - Dans le cadre du crédit d'impôt développement durable et de l'éco-prêt à taux zéro, ces critères techniques sont généralement définis sur la base de coefficients de transmission de chaleur « U » à respecter pour chaque composant du bâtiment traité (murs, fenêtres, toits, etc.) sans que soit établie une obligation de résultat sur la performance finale du bâtiment rénové.

Avec un coût relativement réduit (entre 2 et 5 % du coût global), cet accompagnement professionnel permet de s'assurer de la cohérence du projet : respect des exigences techniques et travaux adaptés à chaque cas de figure, afin de garantir l'efficacité des travaux et des fonds publics investis.

En externalisant le contrôle technique, les banques intermédiaires et la KfW peuvent se focaliser sur le cœur de leur métier, à savoir la finance. Ce point peut être crucial, comme le révèle l'expérience française de l'éco-prêt à taux zéro. La réticence des banques françaises à distribuer ce prêt s'explique en grande partie par leur manque de compétence sur les questions techniques, alors même que ce sont elles qui sont responsables de l'évaluation de conformité des travaux.

Le contrôle de la performance ex ante et ex post permet de disposer d'informations claires sur le contenu des travaux et les gains effectivement réalisés. Ces informations n'existent pas dans le cas français, rendant d'autant plus difficile l'évaluation des dispositifs d'aide.

L'obligation de contrôle avant et après travaux a permis à la KfW de financer les travaux menés par les propriétaires eux-mêmes (sans recours à un professionnel), option particulièrement intéressante pour les ménages les plus modestes, qui, dans certains cas peuvent compenser un manque de ressources financières par le temps disponible (cas d'ouvriers du bâtiment au chômage par exemple).

La KfW propose en outre une aide spécifique pour l'accompagnement du projet par un maître d'œuvre professionnel (prise en charge de 50 % des coûts, 5000 euros max.). Pour les rénovations profondes, cet accompagnement professionnel peut s'avérer crucial, dans la mesure où le manque de coordination entre les différents corps de métiers qui interviennent sur un même projet peut être un facteur d'incohérences et de surcoûts considérable.

La validation et évaluation des travaux devenant une activité à part entière, mais soumise à un système de certification¹², ce schéma incite les professionnels à s'engager dans des formations professionnelles sur les enjeux énergétiques.

L'articulation avec la réglementation thermique

La lisibilité est un critère essentiel pour assurer la diffusion des aides. Sur ce point, le programme de la KfW propose une approche simple, dans la mesure où les exigences de performance sont directement articulées avec la réglementation thermique pour le neuf et se fondent sur l'obligation de performance globale, dans le respect de la neutralité technologique¹³. Cette lisibilité se traduit en outre par le fait que le label « maison efficace KfW » (KfW Effizienzhaus) constitue désormais un repère et un élément de valorisation « verte » sur le marché immobilier, pour le neuf et pour l'existant.

À l'inverse, le système français souffre actuellement d'une complexité croissante. D'une part, les exigences techniques sont établies par équipement ou composant, et d'autre part les critères pour un même équipement peuvent différer entre la réglementation thermique pour l'existant (2007), les exigences du crédit d'impôt développement durable (CIDD) et l'éco-prêt à taux zéro. Ce déficit d'harmonisation, ajouté au fait que la réglementation évolue régulièrement (presque tous les ans pour le CIDD) nuit de manière importante à la lisibilité du dispositif d'ensemble, pour les professionnels et les bénéficiaires. Enfin, il faut noter que le dispositif français ne propose pas d'incitations particulières pour viser l'atteinte d'un label de performance, tels que la norme « BBC-rénovation » (80 kWh/m².an) ou « Haute Performance énergétique – rénovation » (150 kWh/m².an).

Conclusion sur le modèle de financement de l'efficacité énergétique de la KfW

En combinant les différents principes présentés ci-dessus, la KfW a financé quelques 340 000 rénovations en 2010, dont 120 000 lourdes, atteignant un niveau de performance égal ou supérieur au standard BBC-rénovation français. L'effet de levier généré par ce mécanisme constitue un autre point fort : avec une dotation en fonds publics relativement faible (650 millions d'euros en 2010), le programme a permis de déclencher des investissements de 7,25 milliards d'euros, correspondant à un effet de levier de 1 à 11.

Enfin, une analyse sur les impacts macro-économiques de ce programme de financement permet d'entrevoir les bénéfices potentiels pour les comptes publics : pour chaque euro d'aide publique consacrée à la rénovation thermique, l'État récupère entre 2 et 4 euros sous forme d'impôts et de coût évité du chômage à travers le seul accroissement d'activité¹⁴. À noter que ce bilan économique est encore plus favorable si l'on y intègre d'autres externalités positives tels que la réduction des importations d'énergies fossiles et les bénéfices environnementaux (réduction des émissions, pollution, etc.).

12 - À ce jour, la liste des experts thermiciens gérée par l'Agence Allemande de l'Énergie (DENA) et le Ministère pour le contrôle de l'export (BAFA) compte plus de 4 500 experts certifiés.

13 - Ainsi, le standard « maison KfW 115 » exige que les besoins énergétiques correspondent à 115 % de la consommation d'un bâtiment neuf, une maison « KfW 100 » à 100 % des besoins d'un bâtiment neuf et ainsi de suite.

14 - Kuckshinrichs, W./ Kronenberg, T./ Hansen, P. 2011 : *Wirkungen der Förderprogramme im Bereich „Energieeffizientes Bauen und Sanieren“ der KfW auf öffentliche Haushalte. STE Research Report 10/2011.*

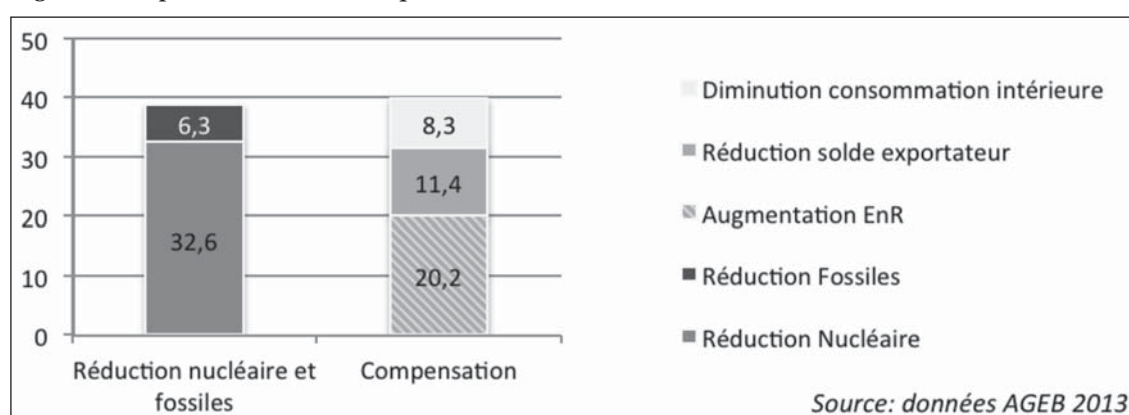
La transition énergétique du côté de l'offre

La transition énergétique allemande implique des transformations structurelles du système de production d'énergie. À court terme, ces changements impliquent en premier lieu un changement profond du mix électrique, en raison du rôle de catalyseur qu'a joué la décision de sortie du nucléaire. La présente section vise à faire un état des lieux sur l'évolution récente du mix électrique en présentant les enjeux majeurs pour la prochaine décennie.

L'adaptation du mix électrique allemand en 2011

Les décisions prises suite à l'accident de Fukushima (fermeture définitive de 40 % des capacités nucléaires allemandes dès mars 2011) ont eu un impact considérable sur le système électrique allemand et par extension, européen. Les bilans énergétiques montrent que la compensation du nucléaire à court terme s'est effectuée à travers trois facteurs complémentaires : une augmentation considérable de la production d'électricité renouvelable, une baisse du solde exportateur d'électricité au profit de la consommation intérieure et une baisse de la consommation domestique. Contrairement à ce qui a souvent été avancé, la production d'électricité à base de charbon n'a pas augmenté sur l'année 2011, et la production d'électricité à base d'énergies fossiles a même baissé de 6,3 TWh¹⁵.

Fig. 3 - L'adaptation du mix électrique allemand en 2011



Les tendances en 2012

En ce qui concerne l'année 2012, plusieurs tendances contradictoires peuvent être observées. Celles-ci doivent obligatoirement être replacées dans leur contexte afin de comprendre leur portée réelle, notamment en ce qui concerne l'augmentation de la production ex-charbon observée en 2012.

Une nouvelle baisse de la consommation d'électricité a en principe été suffisante pour absorber la nouvelle réduction de la production électronucléaire. En 2012, aucun réacteur supplémentaire n'a été arrêté. Cependant, la production a légèrement baissé (-9 TWh), en particulier sur les premiers mois de l'année (en 2011, 7 réacteurs de plus fonctionnaient jusqu'à la mi-mars). Or en même temps, la consommation d'électricité a baissé d'un volume équivalent (8,6 TWh) : si l'on part de la demande énergétique, la hausse de la production à base de charbon ne saurait donc être expliquée par une hausse des besoins d'électricité ou la baisse de la production électronucléaire, contrairement à ce qui a pu être avancé par certains analystes.

Les énergies renouvelables ont progressé de 11,5 TWh : suite aux observations ci-dessus, cela implique un excédent d'électricité important, qui permet d'illustrer encore davantage qu'une hausse de la production fossile ne peut être assimilée à une augmentation des besoins. En effet, l'Allemagne a atteint en 2012 un record historique au niveau du solde exportateur d'électricité : 23 TWh, en progression de 16,5 TWh par rapport à 2011. À noter également que le solde exportateur vis-à-vis de la France s'élève à 8,7 TWh, contre -2,6 TWh l'année précédente, la France étant importatrice nette sur tous les mois de l'année 2012¹⁶.

La hausse de la production à base de charbon s'explique par une évolution des fondamentaux de marché, favorisant un transfert vers le charbon, au détriment du gaz : en Allemagne, la hausse de la production ex-charbon de 13,5 TWh correspond ainsi presque exactement à la baisse observée au niveau du gaz (12,5 TWh). Cette tendance reflète avant tout une évolution au niveau des marchés de l'énergie au niveau européen et mondial, qui a énormément favorisé le charbon. Le charbon a vu son coût (absolu et relatif) baisser sous l'effet de plusieurs facteurs :

- Une baisse des cours mondiaux du charbon : sous l'effet de la révolution des gaz de schiste aux États-Unis tout d'abord, induisant un transfert du charbon vers le gaz dans le pays et l'exportation de charbon à bas coût vers

15 - La hausse de la production à base de lignite (4,2 TWh) a été contrebalancé par une baisse de la production à base de houille (-4,6 TWh), ainsi que la baisse ex-gaz (-4,3 TWh) et fioul (-1,6 TWh).

16 - RTE 2013 : Bilan électrique 2012, p. 29.

d'autres pays et notamment l'Europe. Une baisse des besoins énergétiques de la Chine ensuite, qui représente à elle seule 47 % de la consommation mondiale de charbon¹⁷.

- Un effondrement du marché européen de certificats d'émissions de CO₂ (EU ETS), qui se retrouve à des niveaux historiquement bas, en dessous de 5 euros par tonne.
- En parallèle, un niveau des prix du gaz élevé en Europe, qui, en raison des contrats d'approvisionnement de long terme et de l'indexation sur le pétrole ne prend pas en compte les dernières évolutions du marché mondial du gaz.

Ces différents éléments améliorent de manière considérable la compétitivité du charbon vis-à-vis du gaz, comme le montre le graphique ci-dessous : la rentabilité de la production ex-gaz s'est considérablement détériorée pour atteindre des taux négatifs, alors que celle du charbon progresse depuis avril 2011. L'arbitrage entre les deux sources d'énergie est alors particulièrement visible au niveau des grands producteurs d'électricité¹⁸.

Fig 4 - Marges de profit pour la production d'électricité à base de charbon (gris clair) et de gaz (gris foncé) en Allemagne (janvier 2009 – sept. 2012)



Source : CRE 2012

La conséquence de cette évolution n'est d'ailleurs en rien un phénomène limité à l'Allemagne, bien qu'il y soit plus visible en raison de l'importance du charbon dans le mix électrique. **En France, la production ex-charbon a augmenté de 35 %, alors que celle du gaz a baissé de 24 %**, et la tendance est également prononcée dans d'autres pays comme l'Espagne, l'Italie ou le Royaume-Uni. Cela permet de souligner l'importance d'un renforcement rapide et ambitieux de l'EU ETS, seul instrument à même de restaurer la compétitivité du gaz vis-à-vis du charbon¹⁹. À noter également qu'une « révolution » du gaz de schiste en Europe ne paraît ni réaliste d'un point de vue économique, ni souhaitable d'un point de vue environnemental, en raison des impacts locaux et climatiques (fuites de méthane qui détériorent significativement le bilan émetteur du gaz de schiste).

Les tendances à moyen terme sur le parc de centrales fossiles²⁰

Le tournant énergétique allemand est régulièrement remis en question en raison de la construction de nouvelles centrales à charbon. Or, ces nouveaux projets de centrales ne sont en rien la conséquence des décisions de 2011, mais remontent à 2006-2007, quand le règlement de l'EU ETS prévoyait l'allocation gratuite de permis d'émissions aux nouvelles centrales, ce qui revient à une subvention indirecte. Il est intéressant de noter que sur les 40 projets de centrales à charbon prévus depuis 2006, 21 ont définitivement été annulés (pour des raisons économiques ou d'acceptabilité locale) et seulement 2 ont effectivement démarré l'année dernière²¹. De nombreux experts

17 - Voir par exemple : <http://www.timera-energy.com/commodity-prices/coal-prices-heading-south/>

18 - Voir par exemple : *La renaissance des centrales à charbon allemandes*, Les Échos, 15.01.2013.

19 - À défaut de disposer, comme l'exigent certains groupes environnementalistes, d'une directive européenne instaurant un seuil maximal d'émissions de CO₂ par MWh, qui permettrait de facto d'interdire le charbon.

20 - Pour une présentation plus détaillée des tendances sur le mix électrique allemand, voire également : Iddri 2012 : *L'impact de la décision post-Fukushima sur le tournant énergétique allemand*.

21 - Voir le bilan des projets de centrales à charbon de Greenpeace : http://www.greenpeace.de/fileadmin/gpd/user_upload/themen/klima/20130118-neue-Kohlekraftwerke-Deutschland.pdf.

remettent aujourd'hui en question la rentabilité de nouvelles centrales à charbon, notamment à base de lignite, qui représenteraient un investissement à perte de l'ordre de plusieurs centaines de millions d'euros²². Ceci s'explique en premier lieu par une baisse constante du facteur de charge de ces centrales, en raison du développement soutenu des énergies renouvelables. L'incertitude sur les prix futurs du charbon, la faisabilité du CCS, ainsi que sur les certificats EU ETS sont d'autres facteurs de risque financier. Enfin, l'arrêt des subventions pour l'exploitation de la houille allemande pourrait également avoir un impact sur la production²³. Dans cette lignée, les trois plus grands producteurs d'électricité (RWE, E.ON, Vattenfall) ont annoncé l'année dernière qu'ils ne comptent plus construire de nouvelles centrales à charbon.

En analysant les projections du scénario de référence du tournant énergétique allemand, on s'aperçoit également que 36 GW de centrales à charbon et gaz vétustes devront être fermées d'ici 2022. Parallèlement le facteur de charge des centrales à charbon devrait diminuer de l'ordre de 20 % d'ici 2020 accélérant ainsi la réduction de la production à base de charbon²⁴.

L'adaptation des infrastructures réseaux

Le développement des infrastructures réseau en adéquation avec le développement des énergies renouvelables et la distribution géographique de la demande électrique représente un défi majeur en Allemagne. Un des enjeux consiste en effet à relier les centres de production au nord (éoliennes terrestres et offshore) avec les centres industriels du sud de l'Allemagne. Bien que la question des infrastructures électriques soit souvent réduite aux réseaux de transport (THT), un autre défi majeur pour l'Allemagne se situe au niveau du réseau de distribution, qui accueille une part croissante des capacités de production (plus de la moitié actuellement)²⁵.

Il est cependant important d'observer que les estimations des besoins, tout comme celles des investissements nécessaires, oublient malheureusement souvent de prendre en compte un scénario de référence pour évaluer concrètement les besoins supplémentaires et étudier l'impact de différentes options technologiques. À titre d'exemple, une étude récente du DIW Berlin démontre qu'une planification territoriale du développement des énergies renouvelables en lien avec la localisation des besoins permettrait de limiter considérablement les besoins de nouvelles lignes²⁶. De la même manière, une nouvelle évaluation par le régulateur allemand (Bundesnetzagentur) a permis de réduire les besoins de nouvelles lignes THT (initialement avancés par les opérateurs réseaux eux-mêmes) de 3800 à 2800 km. La même tendance s'observe quant aux investissements nécessaires : initialement estimés à 40 milliards, ceux-ci ont été réduits à 32 milliards pour finalement s'établir à 10 milliards d'euros.

Notons enfin que le défi que représente la question des infrastructures et de la gestion du réseau représente également un formidable vivier d'innovations technologiques et organisationnelles. Suite au développement des énergies renouvelables de ces dernières années, le modèle de gestion de l'équilibre a ainsi entièrement été revu, permettant au final de réduire les coûts de la gestion du système et les coupures réseaux, malgré une hausse conséquente des besoins d'interventions. Au niveau des avancées technologiques, la mise en œuvre de projets pilotes de lignes de courant continu à très haute tension ainsi que les projets de recherche portant sur les interconnexions entre vecteurs énergétiques et les technologies de stockage (power to gas) pourraient donner à l'Allemagne un avantage décisif quant au leadership sur ces nouvelles technologies.

Au niveau organisationnel, la nécessité de développer les infrastructures réseaux a également donné lieu à de nouveaux débats quant aux moyens d'améliorer l'acceptabilité locale et la cohérence d'ensemble. En se fondant sur le succès des modèles de financement participatif dans les énergies renouvelables, l'État et les opérateurs réseaux envisagent ainsi aujourd'hui de donner aux citoyens affectés la possibilité d'investir eux-mêmes dans ces projets²⁷. Au niveau de la cohérence d'ensemble, l'idée d'une société publique des réseaux a intégré le débat politique, une chose impensable il y a encore quelques années.

Les aspects économiques de la transition allemande

Les discussions autour des coûts de la transition énergétique constituent certainement l'enjeu le plus important pour la plupart des observateurs. Sans prétendre à une analyse exhaustive, cette section présente quelques éléments de réflexion, en lien avec l'actualité récente autour du surcoût des énergies renouvelables.

22 - DIW Berlin 2012 : *Die Zukunft der Braunkohle in Deutschland im Rahmen der Energiewende*.

23 - Cette subvention est de 1,2 milliards d'euros pour 2013. Sa suppression avait été annoncée pour 2014, puis retardée à 2018. Voir : *BMWi 2012 : Haushalt 2013*.

24 - Selon le scénario de référence, cette réduction atteint 50 % entre 2008 et 2020 (- 145 TWh) et 70 % d'ici 2030.

25 - Pour le réseau THT, les besoins sont estimés à la construction de 2 800 km et la modernisation de 2 900 km. Pour les réseaux de moyenne et basse tension, les besoins sont estimés à environ 135 000 km.

26 - Schröder et al. 2012 : *In Ruhe planen : Netzausbau in Deutschland und Europa auf den Prüfstand*, DIW Berlin.

27 - *Spiegel Online* 2012 : *Bau neuer Stromtrassen : Altmaier will Bürgerbeteiligung schnell umsetzen*, 11.11.2012.

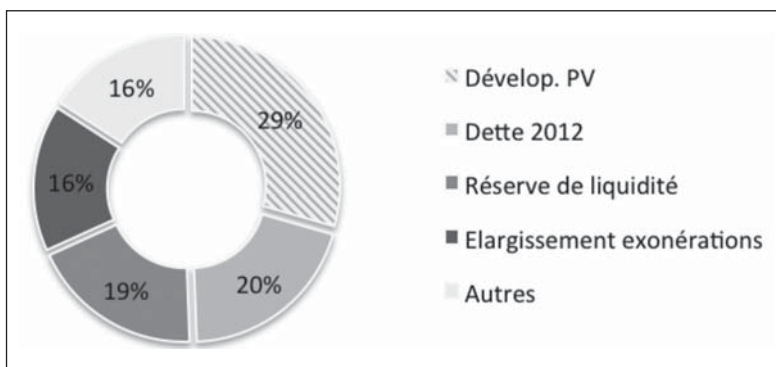
Décomposition de l'augmentation de la charge EEG

L'annonce, en octobre 2012, d'une augmentation de la charge pour les énergies renouvelables (*EEG-Umlage*, équivalent de la partie renouvelables couverte par la CSPE en France) de 3,6 à 5,3 cents/kWh a suscité de nombreuses interrogations sur le coût du développement des énergies renouvelables et du photovoltaïque en particulier. Or, en décomposant les différents facteurs de coût, on s'aperçoit que cette hausse s'explique en premier lieu par d'autres facteurs que le développement des énergies renouvelables. Ainsi, les surcoûts liés à l'erreur de pronostic sur le prix de marché en 2012, à la mise en place d'une réserve de liquidité et à l'élargissement des exonérations pour l'industrie représentent au total 55 % de la contribution de 5,3 centimes/kWh en 2013.

Le développement du photovoltaïque représente un autre facteur important. Cependant, en raison de la baisse considérable des tarifs d'achat, les installations récentes ont un surcoût (relatif à l'énergie produite) bien moins important que les centrales plus anciennes. Une étude récente estime ainsi qu'au rythme actuel de développement, les centrales installées avant 2011 représenteront 48 % de l'électricité photovoltaïque produite en 2015, pour 80 % du surcoût en 2015²⁸.

Dans une approche globale, il importe également de considérer que « tous les coûts ne se valent pas ». Contrairement à la « fuite » des capitaux liée au paiement de la facture énergétique extérieure, les coûts de la transition représentent avant tout des investissements importants, compris entre 20 et 25 milliards par an, qui ont permis la création de près de 400 000 emplois dans le secteur des énergies renouvelables. Lors de sa venue en France en février 2013, l'actuel ministre de l'environnement allemand, Peter Altmaier, racontait ainsi une anecdote assez parlante : même la filière de l'acier, traditionnellement rangée du côté des industries électro-intensives peu passionnées par la transition énergétique, ne saurait aujourd'hui accepter une détérioration des mécanismes de soutien aux énergies renouvelables, qui représentent l'un de ses principaux débouchés.

Fig. 5 - Décomposition de la hausse de la EEG-Umlage en 2013



Source : Données Öko-Institut 2012

L'effort énergétique des ménages

Afin de remettre ces coûts dans leur contexte réel, il faut évaluer l'effort énergétique des ménages, à savoir la part du budget consacrée à l'énergie du logement (hors carburant). Il est alors intéressant de noter que, **malgré un prix de l'électricité variant du simple en France (14 cents/kWh) au double en Allemagne (26 cents/kWh), l'effort énergétique des ménages est identique entre ces deux pays : il représente 4,8 % des dépenses des ménages en moyenne**²⁹. En regardant le cas de l'électricité plus en détail, on s'aperçoit alors que l'envolée de la facture a été freinée en Allemagne par des économies au niveau de l'électricité spécifique : alors que les deux pays présentaient une consommation d'électricité spécifique par habitant identique en 1998, l'écart s'est considérablement creusé depuis : en 2008, un ménage français consommait 26 % de plus qu'un ménage allemand³⁰.

Au-delà de ces considérations globales, la précarité énergétique devient un sujet important en Allemagne. Cette précarité est partiellement prise en charge à travers les aides sociales (qui intègrent le coût de l'énergie dans les aides pour le logement). Deux mécanismes additionnels mériteraient une attention particulière dans le contexte français.

Mis en œuvre par l'association Caritas, le programme « **Stromspar-Check** » (évaluation des économies d'énergies) comporte deux volets. D'une part, il propose des formations qualifiantes à des chômeurs de longue durée,

28 - Öko-Institut 2012 : *Komponentenzerlegung der Umlage zur Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien über das Erneuerbare Energien Gesetz*, 66 p. À titre d'illustration, le tarif d'achat pour les installations en toiture (<10 kW) s'élève à 17 cents/kWh en janvier 2013, contre 47 cents/kWh en 2008.

29 - Données INSEE 2006 pour la France et DESTATIS 2010 pour l'Allemagne.

30 - Pour une explication détaillée de ces divergences, voir : *SoWatt/Enerdata 2012 : French higher domestic specific electricity consumption Compared to Germany : Explanatory Factors Assessment*.

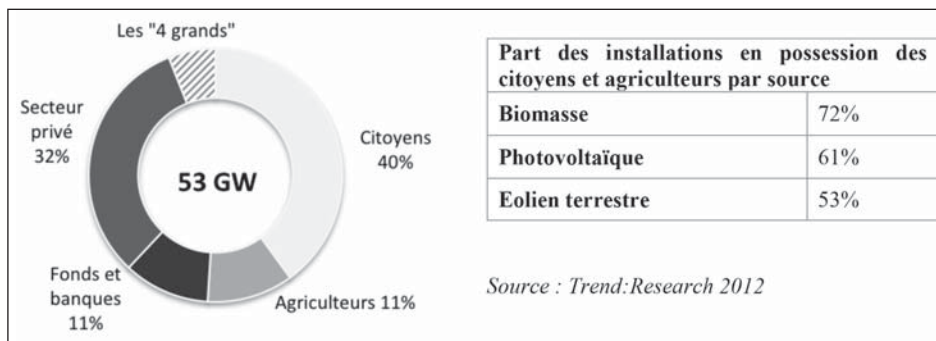
afin de devenir conseiller en économies d'énergies. Plus de 2000 conseillers ont été formés à travers ce programme depuis 2008. D'autre part, ces conseillers réalisent des visites gratuites chez les ménages modestes, visant à faire un audit personnalisé du potentiel d'économies d'énergie et d'eau, et à fournir des équipements (d'une valeur de 65 euros) permettant de réaliser davantage d'économies. Lauréat du « *Sustainable Energy Europe Award* », décerné par la Commission Européenne en 2011, ce programme a permis de conseiller 100 000 ménages modestes, avec une réduction moyenne de la facture annuelle de 86 euros³¹.

Une autre approche pertinente a récemment été proposée par l'institut DIW Berlin, en lien avec une étude sur la distribution des coûts des renouvelables entre différentes catégories de revenus³². Celle-ci montre en effet que la part du budget des ménages consacré à l'électricité varie entre 5,2 % pour le premier décile et 2 % pour le dernier décile. **Face à cette inégalité, l'étude propose de consacrer les recettes publiques issues de la seule TVA sur la contribution EEG (1,4 milliards d'euros en 2013) à des programmes d'efficacité énergétique dans le bâtiment et à des chèques pour acquérir des équipements plus performants**, qui permettraient de fournir une réponse structurelle au problème de la précarité.

Acceptabilité sociale et appropriation citoyenne

Face à l'augmentation des surcoûts, de nombreux observateurs s'étonnent du soutien globalement toujours très marqué de la population à la transition énergétique et aux énergies renouvelables en particulier³³. Deux facteurs expliquent ce soutien global : l'adhésion diffuse au principe de la sortie du nucléaire, élément déclencheur du projet politique de la transition ; et à un niveau plus concret, la participation directe des citoyens au développement des énergies renouvelables. **En effet, une étude publiée en 2012 montre que plus de 50 % des capacités renouvelables installées entre 2000 et 2010 sont en possession des citoyens (40 %) et des agriculteurs (11 %)**³⁴. Il est intéressant de noter que cette tendance ne se limite pas au seul photovoltaïque en toiture, mais qu'elle intègre également beaucoup de projets plus importants (parcs éoliens, centrales biogaz, réseaux chaleur etc.), la plupart du temps mis en œuvre par des organisations locales, formées entre différents acteurs (citoyens, acteurs publics, entreprises, etc.), sous des formes juridiques diversifiées (coopératives, SARL, etc.). À titre d'exemple, le nombre de coopératives citoyennes de l'énergie a été multiplié par 10 au courant des dix dernières années, et s'élève à plus de 650 (pour 80 000 membres) en Allemagne.

Fig. 6. Structure de possession des capacités renouvelables installées entre 2000 et 2010



Plusieurs facteurs permettent d'expliquer cette tendance vers une « réappropriation citoyenne » de l'énergie en Allemagne.

- En premier lieu, le cadre réglementaire stable fourni par la loi sur les énergies renouvelables (EEG), qui fournit des conditions d'investissement favorables pour tous les acteurs.
- En second lieu, la réforme de la loi sur les coopératives de 2006, qui a notamment facilité la procédure de création, et levé certaines contraintes vis-à-vis de l'appel public à l'épargne, bien connues des initiatives locales et coopératives en France³⁵.
- Une plus grande liberté pour associer au sein d'une même structure coopérative des acteurs d'horizons divers (acteurs publics, entreprises, citoyens), ce qui évite des montages juridiques trop complexes.

31 - Site officiel du programme : www.stromspar-check.de.

32 - Neuhoﬀ, K. et al, 2012 : *Steigende EEG-Umlage : Unerwünschte Verteilungseffekte können vermindert werden*. DIW Berlin, 10/2012.

33 - Lors d'un sondage d'octobre 2012, 93 % des sondés se disaient favorables au développement des énergies renouvelables. AGEE 2012 : *Akzeptanz und Bürgerbeteiligung für Erneuerbare Energien*, RENEWS Special 10/2012.

34 - Trend : Research 2011 : *Marktakteure Erneuerbare-Energien –Anlagen in der Stromerzeugung*.

35 - À titre d'illustration, une coopérative française souhaitant faire appel à l'épargne populaire doit au préalable publier un prospectus de sécurité financière et obtenir un visa de l'Autorité des Marchés Financiers, une procédure longue et intensive en ressources, de laquelle ont justement été libérées les coopératives de l'énergie en Allemagne. Par ailleurs, elles ne sont pas soumises à un plafond de rendement comme en France, ce qui rend l'investissement citoyen également plus attractif d'un point de vue financier.

- Comme tous les autres acteurs souhaitant développer des projets d'énergies renouvelables, les coopératives bénéficient de financements préférentiels auprès de la banque de développement KfW. Elles bénéficient en outre d'un soutien matériel et technique de la part des banques coopératives régionales, bien implantées sur tout le territoire, qui prennent par ailleurs parfois elles-mêmes l'initiative de créer une coopérative.
- La libéralisation du marché de l'électricité a ouvert la possibilité d'être acteur non seulement au niveau de la production d'énergie, mais également de la distribution (concessions réseaux) et de la fourniture aux clients (près de 1000 fournisseurs d'électricité verte en Allemagne). Par ailleurs, la mission de la coopérative peut évoluer dans le temps³⁶.
- Un taux d'épargne particulièrement élevé en Allemagne (comme en France, de l'ordre de 17 %) et un regain d'intérêt pour les placements dans l'économie locale et solidaire.

Les éléments les plus importants à retenir dans le contexte du débat français : d'abord, cela fonctionne, avec un impact positif et observé en termes d'acceptabilité locale des projets et de réduction des coûts (à travers la réduction du risque de développement, des délais et du coût du capital) et puis cela a été rendu possible par une adaptation volontariste des cadres réglementaires, visant explicitement à favoriser et faciliter les initiatives locales et citoyennes pour l'énergie.

Conclusion

En engageant dès 1998 sa transition énergétique, l'Allemagne s'est lancée dans un processus de transformation sans précédent. Comme tout projet d'envergure, ce chemin est parsemé d'erreurs et marqué par l'émergence d'obstacles imprévus. Mais il est également l'occasion de découvrir un nouveau potentiel d'innovations et d'adaptation de nos sociétés, trop souvent occulté par notre attachement au statu quo. Sans tomber dans la caricature du tout ou rien, tâchons de tirer de l'expérience allemande les leçons qu'il faut pour engager la transition énergétique en France.

Un premier enseignement réside certainement dans l'interdépendance de nos systèmes énergétiques et le besoin de coordination et de coopération qui en résulte. L'Allemagne, tout comme la France, a tout intérêt à s'engager pour un cadre européen plus ambitieux, mais également plus intégré : il est temps de dépasser le cadre purement énergétique pour se demander : quel projet de société voulons-nous mettre en face de la transition énergétique ? Avec quelle organisation des marchés ? Et quelle politique industrielle ?

Un deuxième élément consiste dans la relation, voire le rapport de force entre les enjeux de l'offre et de la demande énergétique. L'Allemagne s'est fixé des objectifs ambitieux dans les deux domaines, mais ne semble pas avancer au même rythme partout. Alors que le modèle de développement des énergies renouvelables représente globalement un succès, la politique d'efficacité énergétique reste hésitante, notamment en ce qui concerne la montée en puissance nécessaire pour exploiter le potentiel de « négawatts » dans tous les secteurs. Les chiffres parlent d'eux-mêmes : plus de 15 milliards dépensés pour les énergies renouvelables chaque année contre 1,5 milliards d'euros seulement d'aides publiques pour l'efficacité énergétique dans le bâtiment. Alors que nous nous sommes fixé le principe d'entamer le débat sur l'énergie par la dimension de la demande, de l'efficacité et de la sobriété, il est essentiel que nous nous donnions les moyens d'agir.

Le modèle de participation citoyenne mis en œuvre en Allemagne peut être une inspiration pour le cadre français. Au-delà de la participation au débat lui-même, il s'agit de fixer le cadre qui permet à tous et chacun de devenir acteur de cette transition et à initier de nouveaux projets à l'échelle locale. Cela implique également de considérer la transition énergétique non pas uniquement comme un processus technico-économique mais comme un changement de paradigme organisationnel. Cela doit également nous amener à réinterroger notre conception du service public de l'énergie et à lui donner un nouveau sens, en cohérence avec la dimension territoriale et les priorités de maîtrise de la demande énergétique.

Enfin, l'exemple allemand montre que nous ne pouvons attendre de connaître avec précision tous les risques et aléas, toutes les solutions optimales, avant de nous lancer dans ce vaste chantier, au risque de ne jamais le faire. C'est justement tout le sens d'une transition que d'être un processus dynamique d'adaptation et d'apprentissage, fondé sur l'intelligence collective.

³⁶ - Elle peut commencer par une simple installation photovoltaïque, puis lancer l'initiative de racheter la concession réseau locale, et ensuite devenir fournisseur d'électricité. Le cas de l'EWS Schönau est certainement le plus emblématique vis-à-vis de cette capacité d'évolution : la coopérative connaît aujourd'hui plus de 160000 clients à travers toute l'Allemagne : www.ews-schoenau.de.