

Électrification de la France : du cap politique au défi industriel	P1
I. L'électrification devient le principal levier de décarbonation	P2
II. Réinventer le système électrique pour accompagner l'électrification	P3
III. Faire de l'électrification un projet industriel national	P4
Conclusion	P6

Chaque article reflète la pensée de son auteur

Notre prochaine conférence
le 15 octobre :

[La France est aujourd'hui en surcapacité de production électrique. Et maintenant ?](#)

Nos dernières conférences :

- [Vous trouverez les diapos et vidéos de nos conférences passées sur notre site internet :](#)

[onglet Conférences](#)

- *Vous avez l'idée d'un sujet pour une prochaine conférence Centrale-Energies, idéalement avec des intervenants à proposer? Vous avez envie de proposer un article pour un prochain flash ?*
Contactez-nous !
contact@centrale-energie.fr

Électrification de la France : du cap politique au défi industriel

Clément Le Roy (ECN 05)

« Associé en charge du secteur de l'énergie au sein du cabinet de conseil Wavestone, Clément Le Roy, diplômé de Centrale Nantes en 2005, analyse l'un des grands défis industriels des prochaines décennies : faire de l'électricité décarbonée le moteur de la transformation de l'économie française. Production, réseaux, flexibilités, compétences et souveraineté industrielle : il décrypte les conditions nécessaires pour passer du cap politique à une électrification concrète et déployée à grande échelle. »

La France dispose d'un atout rare dans la transition énergétique : une électricité déjà largement décarbonée grâce au nucléaire, à l'hydraulique et aux autres formes d'énergies renouvelables. Alors que de nombreux pays doivent simultanément réduire les émissions de leur production électrique et de leurs usages énergétiques, la France peut s'appuyer sur un mix électrique parmi les moins carbonés au monde. Cette singularité modifie profondément les priorités de la politique énergétique nationale.

Le principal défi n'est en effet plus seulement de produire une électricité propre, mais d'en faire le moteur de la décarbonation de l'économie. Transports, bâtiments, industrie : la neutralité carbone passera largement par la substitution progressive des énergies fossiles au profit de l'électricité. Cette trajectoire est aujourd'hui au cœur des scénarios portés par la Stratégie nationale bas carbone, la Programmation pluriannuelle de l'énergie ou encore les travaux prospectifs de RTE.

Mais l'électrification ne se résume pas à une évolution des usages énergétiques. Elle implique une transformation profonde du système productif français : accroître les capacités de production, adapter les réseaux, développer de nouvelles flexibilités, mobiliser des compétences rares et renforcer des filières industrielles stratégiques. Derrière l'objectif climatique se dessine ainsi un défi bien plus vaste : faire de l'électrification l'un des grands projets industriels de la France du XXI^e siècle.

I. L'électrification devient le principal levier de décarbonation

La transition énergétique française entre dans une nouvelle phase. Après avoir largement décarboné sa production d'électricité grâce au nucléaire et à différentes énergies renouvelables, la France dispose désormais d'un atout rare parmi les grandes économies industrialisées. Le principal enjeu n'est plus de produire une électricité plus propre, mais d'étendre son usage à l'ensemble des secteurs qui reposent encore sur les énergies fossiles. Cette évolution place l'électrification au cœur de la stratégie climatique nationale. Elle constitue non seulement le moyen le plus efficace de réduire les émissions de CO₂, mais aussi un levier de compétitivité économique et de souveraineté énergétique.

Un changement de paradigme : décarboner les usages

L'enjeu central de la transition énergétique française ne réside plus principalement dans la production d'électricité, mais dans la consommation d'énergie. Aujourd'hui, les énergies fossiles représentent encore près de 60 % de la consommation finale d'énergie du pays et demeurent à l'origine de l'essentiel des émissions de gaz à effet de serre. Le secteur des transports reste ainsi fortement dépendant des produits pétroliers et constitue le premier émetteur national de CO₂, tandis que le bâtiment s'appuie encore largement sur le gaz et le fioul pour le chauffage. L'industrie, quant à elle, continue de recourir massivement aux combustibles fossiles pour la production de chaleur et certains procédés industriels. En parallèle, l'électricité ne représente qu'environ un quart de la consommation finale d'énergie, alors même qu'elle constitue l'énergie la plus décarbonée disponible à grande échelle.

Cette situation marque un véritable changement de paradigme. Pendant plusieurs décennies, l'effort s'est concentré sur la décarbonation de l'offre énergétique. Désormais, la priorité consiste à décarboner les usages en substituant progressivement l'électricité aux combustibles fossiles partout où cela est possible. L'objectif n'est donc plus seulement de produire une électricité décarbonée, mais de faire en sorte qu'elle alimente davantage les déplacements, le chauffage, les procédés industriels et demain une partie croissante de l'économie numérique. L'électrification devient ainsi le principal levier de réduction des émissions de CO₂ et le point de convergence entre politique énergétique, politique climatique et transformation industrielle.

Une transformation qui concerne toute l'économie

L'électrification est souvent associée au développement du véhicule électrique, qui constitue effectivement l'une de ses manifestations les plus visibles. Pourtant, son périmètre est bien plus large. Elle concerne les transports dans leur ensemble, mais également le chauffage des bâtiments via les pompes à chaleur, la production d'hydrogène bas carbone, l'électrification de procédés industriels ou encore le développement de nouvelles solutions de stockage de l'énergie. L'objectif est partout le même : remplacer les combustibles fossiles par une énergie plus propre et plus efficace.

Cette dynamique touche désormais l'ensemble du tissu économique. Les industries lourdes cherchent à décarboner leurs procédés, les collectivités repensent leurs infrastructures de mobilité, tandis que les acteurs du numérique voient leurs besoins électriques croître avec le développement des centres de données et des services digitaux. L'électricité devient progressivement l'infrastructure énergétique commune sur laquelle repose la transformation de nombreux secteurs. L'électrification ne constitue donc pas la mutation d'une seule filière ; elle accompagne une recomposition profonde de l'économie française dans son ensemble.

Une demande électrique appelée à croître fortement

L'électrification des usages entraînera mécaniquement une hausse de la consommation d'électricité. Aujourd'hui, la France consomme environ 450 à 470 TWh d'électricité par an, alors que celle-ci ne représente encore qu'une part relativement limitée de la consommation finale d'énergie. Les différents scénarios prospectifs élaborés par RTE, l'ADEME ou encore l'Agence internationale de l'énergie convergent vers une augmentation significative de la demande au cours des prochaines décennies. Selon les trajectoires retenues, la consommation pourrait atteindre entre 600 et 700 TWh à l'horizon 2050 sous l'effet de la diffusion des véhicules électriques, des pompes à chaleur, de l'électrification industrielle et du développement de nouveaux usages numériques.

Cette progression ne traduit toutefois pas une explosion des besoins énergétiques globaux. Elle résulte avant tout d'un transfert progressif des consommations vers une énergie plus efficace et moins carbonée. Un moteur électrique, par exemple, consomme beaucoup moins d'énergie qu'un moteur thermique pour un même service rendu. L'augmentation de la part de l'électricité s'accompagnera donc d'une amélioration de l'efficacité énergétique globale de l'économie. L'électricité est ainsi appelée à devenir le vecteur énergétique dominant de nombreux secteurs, au même titre que le pétrole l'a été au cours du XX^e siècle.

Un enjeu de compétitivité et de souveraineté

L'électrification répond également à des enjeux qui dépassent largement la seule lutte contre le changement climatique. Les crises énergétiques récentes ont mis en évidence la vulnérabilité des économies fortement dépendantes des importations de pétrole et de gaz. Dans ce contexte, la capacité à produire une électricité abondante, décarbonée et compétitive apparaît comme un avantage stratégique déterminant. Elle permet de réduire l'exposition aux fluctuations des marchés internationaux tout en renforçant la résilience du système énergétique national.

L'électricité devient également un facteur central de compétitivité industrielle. Les grandes filières de croissance des prochaines décennies, qu'il s'agisse des batteries, de l'hydrogène bas carbone, des matériaux décarbonés, des centres de données ou de l'intelligence artificielle, auront toutes besoin d'un accès fiable à une énergie abondante et faiblement émettrice de carbone. Dans une économie mondiale engagée dans une course à la décarbonation, les pays capables d'offrir cette ressource disposeront d'un avantage comparatif durable pour attirer les investissements et développer de nouvelles activités industrielles. L'électrification doit donc être regardée à la fois comme un projet climatique, économique et géopolitique, au cœur des enjeux de souveraineté du XXI^e siècle.

À mesure que l'électricité devient le principal vecteur de décarbonation de l'économie, une nouvelle question s'impose : notre système électrique est-il capable d'accompagner cette transformation ? Produire davantage, connecter davantage et piloter autrement deviennent désormais les conditions de réussite de cette trajectoire.

II. Réinventer le système électrique pour accompagner l'électrification

Si l'électrification s'impose comme le principal levier de décarbonation, elle ne pourra réussir que si le système électrique évolue à la même vitesse que les usages qu'il devra alimenter. Produire davantage d'électricité ne constitue qu'une partie de l'équation. Il faudra également acheminer cette énergie vers de nouveaux consommateurs, intégrer des modes de production plus diversifiés, maintenir l'équilibre du réseau et gérer un nombre croissant d'équipements connectés. L'électrification conduit ainsi à repenser en profondeur l'architecture même du système électrique français, qui devra être plus puissant, plus flexible et plus numérique.

Produire davantage d'électricité décarbonée

L'électrification des transports, du chauffage et de nombreux procédés industriels entraînera une hausse significative de la consommation d'électricité au cours des prochaines décennies. Pour répondre à cette demande, la France devra engager un nouveau cycle d'investissements énergétiques d'une ampleur inédite depuis la construction du parc nucléaire. L'enjeu n'est pas seulement quantitatif. Il s'agit également de préserver les trois caractéristiques qui font aujourd'hui la force du système électrique français : une électricité décarbonée, compétitive et disponible en permanence.

Cette trajectoire reposera sur la combinaison de plusieurs leviers complémentaires. Le nucléaire continuera à jouer un rôle central grâce à la prolongation du parc existant et au lancement du programme EPR2, destiné à renouveler progressivement les capacités de production pilotables. Dans le même temps, les énergies renouvelables devront poursuivre leur développement, notamment dans le solaire photovoltaïque et l'éolien terrestre et offshore. Plus que l'opposition entre filières, c'est leur complémentarité qui conditionnera la réussite de l'électrification. Le système électrique de demain reposera sur un équilibre entre moyens pilotables, productions variables, capacités de stockage et mécanismes de flexibilité.

Des réseaux au cœur de la transformation

Produire davantage d'électricité ne suffit pas ; encore faut-il pouvoir l'acheminer là où elle sera consommée. Longtemps considérés comme une infrastructure discrète, les réseaux deviennent aujourd'hui l'un des principaux facteurs de réussite de la transition énergétique. Leur rôle est appelé à croître à mesure que se multiplient les bornes de recharge, les pompes à chaleur, les installations photovoltaïques, les batteries ou encore les nouveaux sites industriels électrifiés.

Cette évolution implique des investissements considérables dans les infrastructures de transport et de distribution. Mais la transformation est également qualitative. Conçu historiquement pour acheminer l'électricité depuis de grandes centrales vers les consommateurs, le réseau devra désormais gérer des flux beaucoup plus décentralisés et bidirectionnels. Les réseaux deviennent ainsi l'épine dorsale de l'économie électrifiée, capable de relier entre eux producteurs, consommateurs et nouveaux acteurs de la flexibilité énergétique.

La flexibilité, nouvelle ressource stratégique

Pendant des décennies, l'équilibre du système électrique reposait principalement sur l'adaptation de la production à la demande. L'essor des énergies renouvelables variables modifie progressivement cette logique. Une partie croissante de cet équilibre devra désormais être obtenue en adaptant également la consommation aux conditions du système.

Cette flexibilité pourra prendre plusieurs formes. Le développement du stockage, notamment à travers les batteries, permettra de restituer l'électricité lorsqu'elle sera la plus nécessaire. Les dispositifs d'effacement offriront aux industriels la possibilité d'ajuster temporairement leur consommation. Les véhicules électriques, les pompes à chaleur ou certains équipements résidentiels pourront eux aussi participer à l'équilibre du système grâce à des dispositifs de pilotage automatisés. Progressivement, les consommateurs deviendront des acteurs à part entière du fonctionnement du réseau, contribuant à sa stabilité et à son efficacité.

L'énergie entre dans l'ère du numérique

Cette transformation ne pourrait être envisagée sans une digitalisation croissante du secteur énergétique. Demain, le système électrique devra coordonner en temps réel des millions d'équipements répartis sur l'ensemble du territoire. Cette complexité nécessitera un recours massif aux données, aux outils de prévision et aux technologies numériques.

L'intelligence artificielle, les plateformes de pilotage énergétique, les systèmes de supervision avancés ou encore les outils d'analyse prédictive permettront d'optimiser les flux électriques, d'améliorer la maintenance des infrastructures et de renforcer la performance globale du système. Dans le même temps, l'interconnexion croissante des équipements fera émerger de nouveaux enjeux de cybersécurité. L'énergie devient ainsi une industrie où les infrastructures physiques et numériques sont de plus en plus étroitement imbriquées. La réussite de l'électrification dépendra autant de la robustesse des réseaux que de la capacité à les piloter intelligemment.

Cette transformation du système électrique constitue une condition nécessaire, mais non suffisante. Produire davantage, moderniser les réseaux et développer les flexibilités ne garantissent pas à eux seuls le succès de l'électrification. Encore faut-il disposer des capacités industrielles, des compétences et des investissements nécessaires pour déployer ces solutions à grande échelle. C'est ce qui fait de l'électrification un véritable projet industriel national.

III. Faire de l'électrification un projet industriel national

Le cap de l'électrification est désormais largement partagé. Le véritable défi n'est plus celui de la vision, mais celui de l'exécution. Produire davantage d'électricité, moderniser les réseaux et transformer les usages ne suffira pas sans une mobilisation industrielle à la hauteur des ambitions affichées.

Investissements, chaînes d'approvisionnement, compétences, innovation, réglementation : la réussite de l'électrification dépendra d'un ensemble de facteurs qui dépassent largement le seul secteur de l'énergie. Plus qu'une transition énergétique, elle constitue aujourd'hui un projet industriel national qui engage la

compétitivité, la souveraineté et la résilience économique du pays.

Renforcer les chaînes de valeur stratégiques

L'électrification va générer une demande croissante pour des technologies et équipements essentiels : réacteurs nucléaires, éoliennes, panneaux photovoltaïques, batteries, convertisseurs, transformateurs, équipements réseaux ou encore solutions de stockage et de pilotage énergétique. La capacité de la France et de l'Europe à maîtriser ces chaînes de valeur devient un enjeu stratégique. Les crises récentes ont mis en évidence la fragilité de certaines dépendances industrielles, notamment dans les domaines des composants électroniques, des batteries ou des matières premières critiques.

L'objectif ne consiste pas à produire localement l'ensemble des équipements nécessaires, mais à sécuriser les maillons les plus stratégiques et à préserver les compétences industrielles indispensables au déploiement des infrastructures énergétiques. Cette logique concerne aussi bien la relance du nucléaire que le développement des renouvelables, des réseaux intelligents ou de l'industrie des batteries. L'électrification impose ainsi de penser politique énergétique et politique industrielle dans un même mouvement.

Gagner la bataille des compétences

Aucune infrastructure ne pourra être construite sans les femmes et les hommes capables de la concevoir, de la réaliser et de l'exploiter. Les besoins en compétences seront considérables dans les prochaines décennies. Les filières énergétiques devront recruter massivement des ingénieurs, des techniciens, des spécialistes du génie électrique, du numérique, de la cybersécurité, de la data ou encore de la conduite de projets industriels complexes.

Cette transformation s'accompagnera également de l'émergence de profils plus hybrides, capables de combiner expertise technique, compréhension des enjeux économiques et maîtrise des outils numériques. Les établissements d'enseignement supérieur, les écoles d'ingénieurs et les organismes de formation auront un rôle déterminant à jouer pour préparer ces nouvelles générations de professionnels. Au-delà de la formation initiale, la montée en puissance de la formation continue constituera un enjeu majeur dans un secteur où les technologies évoluent rapidement.

Créer les conditions du passage à l'échelle

L'électrification nécessitera plusieurs centaines de milliards d'euros d'investissements au cours des prochaines décennies. Pour mobiliser durablement ces capitaux, les entreprises devront bénéficier d'un cadre lisible et suffisamment stable. La visibilité sur le prix de l'électricité, la prévisibilité des règles du jeu réglementaires et la capacité à planifier les investissements sur le long terme seront déterminantes pour orienter les décisions industrielles.

L'enjeu concerne également les délais de réalisation. Le développement des capacités de production, des infrastructures de réseau, des sites industriels ou des équipements de recharge suppose une capacité collective à accélérer les projets tout en maintenant les exigences environnementales et de sûreté. Dans une compétition internationale de plus en plus intense, la rapidité d'exécution devient elle aussi un facteur de compétitivité.

Passer d'une logique de filière à une logique d'écosystème

L'électrification ne pourra être portée par un seul acteur ni par une seule industrie. Elle implique une coopération étroite entre énergéticiens, industriels, gestionnaires de réseaux, collectivités territoriales, acteurs du numérique, établissements de formation et utilisateurs finaux. Les frontières traditionnelles entre secteurs deviennent progressivement plus poreuses à mesure que les systèmes énergétiques, industriels et numériques convergent.

La mobilité électrique dépend autant des constructeurs automobiles que des infrastructures de recharge et des réseaux. La décarbonation industrielle repose autant sur l'accès à l'électricité que sur la transformation des procédés de production. De même, le développement des flexibilités énergétiques nécessite une coordination étroite entre fournisseurs d'énergie, opérateurs technologiques et consommateurs. La réussite de l'électrification dépendra donc de la capacité à construire de véritables

écosystèmes, capables d'aligner les stratégies énergétiques, industrielles et territoriales autour d'un objectif commun.

La France dispose de nombreux atouts pour relever ce défi : une électricité déjà largement décarbonée, des infrastructures robustes, des acteurs industriels de premier plan et un savoir-faire reconnu dans les grands projets. Mais ces atouts ne prendront pleinement leur valeur que s'ils s'accompagnent d'une capacité collective à investir, à former, à innover et à déployer rapidement les solutions à grande échelle. C'est à cette condition que l'électrification pourra devenir non seulement un levier de décarbonation, mais également un moteur durable de compétitivité et de souveraineté.

Conclusion

L'électrification est désormais bien plus qu'une orientation de politique énergétique : elle constitue le principal levier de décarbonation de l'économie française. En substituant progressivement l'électricité aux énergies fossiles dans les transports, le bâtiment et l'industrie, la France peut s'appuyer sur l'un de ses principaux atouts compétitifs : un mix électrique déjà largement décarboné. Cette ambition implique cependant bien davantage qu'une augmentation de la production d'électricité. Elle suppose de transformer simultanément les infrastructures énergétiques, les réseaux, les usages et les modèles de pilotage afin de construire un système plus puissant, plus flexible et plus numérique.

La réussite de cette trajectoire dépendra désormais de notre capacité collective à passer de la vision à l'exécution. Investir dans les moyens de production, renforcer les chaînes industrielles, former les compétences nécessaires et créer un cadre favorable au déploiement des projets seront les conditions du succès. Comme le programme nucléaire dans les années 1970, l'électrification appelle une mobilisation de long terme associant acteurs publics, industriels, énergéticiens, territoires et monde académique. Plus qu'une transition énergétique, elle représente l'un des grands projets industriels du XXI^e siècle, au croisement des enjeux climatiques, économiques et de souveraineté.