



L'électricité

au service d'une transition
écologique et solidaire



SOMMAIRE

Introduction	P.3
Energies, Climat et Emplois : Etat des lieux	P.4
Les indicateurs-clés pour réussir la transition écologique et solidaire	P.12
La nécessité d' une vision prospective de l'emploi et des compétences	P.24
Synthèse des messages-clés	P.28

INTRO



En 2015, la France a doublement affiché sa volonté d'insuffler une dynamique pour lutter contre le changement climatique, à travers la signature de l'Accord de Paris et l'adoption de la loi relative à la Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV). Cet engagement de la France a été réaffirmé par le nouveau gouvernement qui inscrit sa politique climatique et diplomatique dans la continuité de ces textes structurants.

La France doit donc être exemplaire et mettre en oeuvre les premières mesures concrètes pour respecter ses ambitions et objectifs climatiques. Il lui faut aussi tenir compte des enjeux industriels et socio-économiques et gérer de façon stratégique les incertitudes de moyen et long termes.

Le défi environnemental, industriel et socio-économique qui est à relever nécessite une approche **réaliste, pragmatique et transectorielle de la transition énergétique**. En effet, sa réussite requiert la mobilisation de l'ensemble des acteurs et de leurs compétences pour poursuivre et concrétiser les progrès technologiques engagés (usages performants et pilotables de l'électricité, nouveaux moyens de production, stockage, réseaux intelligents, digitalisation...). Ces efforts sont à intégrer dans la réflexion de mise en œuvre de la transition énergétique afin de répondre aux attentes des citoyens, des entreprises et des collectivités : l'exigence de **sécurité d'approvisionnement**, la poursuite des **progrès environnementaux**, le **développement des énergies renouvelables**, la maîtrise de la facture énergétique pour les consommateurs et le retour à une économie nationale créatrice d'emplois. Il s'agit également de permettre le développement d'**initiatives sur les territoires** en tenant compte des spécificités de chacun, le tout dans le cadre d'une approche nationale cohérente.

Le niveau d'effort à mener pour lutter contre le changement climatique est à souligner. **Tous les leviers disponibles sont requis : efficacité énergétique, décarbonation de la production d'énergie et substitutions entre énergies selon leur contenu carbone**. Ensuite, le futur énergétique de la France et de l'Europe ne doit pas se décréter sur la base de critères pris isolément mais reposer sur une analyse de l'ensemble des conséquences des choix qui seront réalisés : **une vision « toutes énergies » et une prise en compte de l'échelle des temps**, qui commandent de commencer par les gestes les plus efficaces et de bien enchaîner les actions devant nous conduire à la neutralité carbone. Enfin, constatons que **les dimensions économiques et sociales de ce débat ont été insuffisamment prises en compte**. La réflexion engagée sur les contrats de transition écologique est essentielle à ce titre car les bouleversements se feront dans les territoires, avec des conséquences majeures au sein de certains **bassins d'emplois**.

De nombreuses données circulent aujourd'hui sur les états des lieux et les projections en emplois pour certaines technologies prises isolément. Elles sont toutefois partielles par essence et ne permettent pas, au regard de méthodologies et de périmètres qui divergent, d'avoir une approche d'ensemble des enjeux qui se profilent.

L'UFE propose, par la présente étude, de contribuer au débat public en offrant une vision globale et étayée des différents paramètres à articuler **pour une transition écologiquement efficace, économiquement pertinente et solidaire**.

Cette vision met en lumière 4 enseignements :

- 1 Les politiques publiques doivent adopter une approche d'ensemble articulant efficacité climatique et énergétique, performance économique et justice sociale.
- 2 Le développement des EnR doit s'accélérer si l'on veut qu'elles changent d'échelle dans le mix de production et concrétisent leur important gisement d'emplois.
- 3 L'évolution du système électrique doit se faire selon une temporalité soutenable.
- 4 L'importance des enjeux sociaux nécessite une approche responsable impliquant les pouvoirs publics, les branches sectorielles et les territoires concernés.

PARTIE 1

ENERGIES, CLIMAT ET EMPLOIS

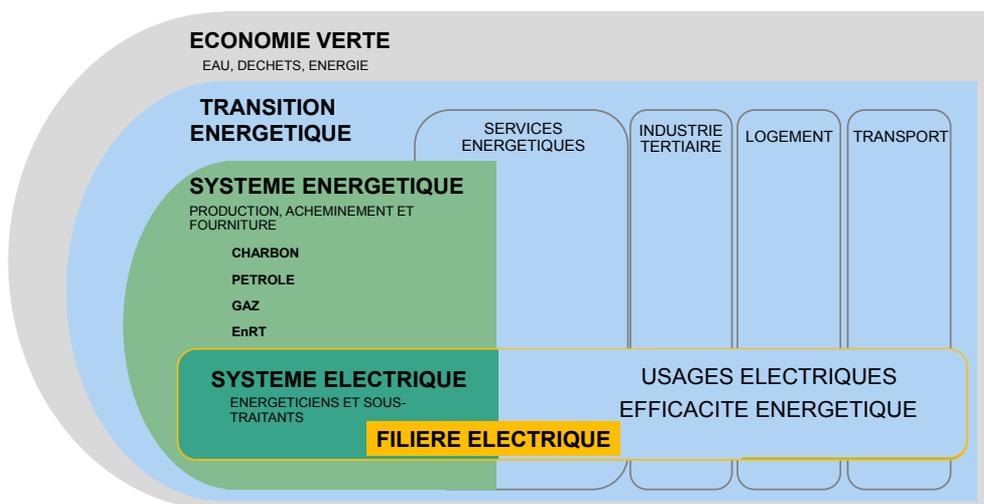
COMPRENDRE LES ENJEUX DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

La loi relative à la Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV) a fixé des objectifs énergétiques et climatiques ambitieux. Ces objectifs ont des conséquences économiques et sociales majeures : territorialisation, relance de l'activité économique par les investissements dans l'efficacité énergétique et le système énergétique, redistribution des emplois et des compétences ou encore redistribution fiscale.

La réussite de la transition énergétique exige la mobilisation de multiples indicateurs économiques. Ces indicateurs doivent être utilisés pour analyser les conséquences de la politique énergétique sur tous les niveaux de l'économie : production d'énergie, infrastructures de réseaux, mais aussi l'ensemble des secteurs économiques à l'aval (bâtiment, transport, industrie...). La transition énergétique concerne toute l'économie nationale.

C'est pourquoi il est essentiel de **mener une analyse globale sur l'ensemble des secteurs de la transition énergétique afin de mettre en place la stratégie énergétique la plus efficace et la plus cohérente possible.**

PERIMETRES DE L'ETUDE



ÉTAT DES LIEUX

Il est nécessaire de bien distinguer les périmètres d'activité associés à l'électricité pour en saisir les enjeux :

- **Le système électrique** : il comprend la production, les réseaux et la fourniture d'électricité. Il se compose non seulement des entreprises de l'industrie électrique, mais aussi des entreprises sous-traitantes dont l'activité est directement rattachée au système électrique.
- **La filière électrique** : elle comprend le système électrique et les filières associées aux équipements destinés à des usages électriques (fabrication et maintenance de pompes à chaleur, constructeurs de bornes de recharges pour véhicules électriques...).
- **Les entreprises de services énergétiques** : ce sont des acteurs transversaux du système énergétique, présents sur différents vecteurs énergétiques (électricité, mais également chaleur renouvelable et de récupération par exemple) ainsi que sur des activités d'efficacité énergétique.

Le volet énergétique de la transition a fait l'objet à plusieurs reprises d'évaluations macroéconomiques. En revanche, les approches transverses intégrant les questions sociales n'ont été que peu présentes dans le débat public.

Les chiffres relatifs aux emplois sont régulièrement utilisés comme argument d'autorité pour asseoir la légitimité d'une démonstration. Pourtant, derrière un même chiffre peuvent se trouver des subtilités notables qui complexifient la compréhension du sujet. Ainsi, les différentes études relatives à l'emploi ne retiennent souvent ni les mêmes modalités de décompte, ni les mêmes périmètres (emplois directs, indirects, induits, exprimés en équivalent temps plein ou non, pérenne ou pas), ce qui rend caduque leur analyse comparée sans un travail de retraitement des données.

Il est donc important **de revenir sur les notions utilisées pour contextualiser et comprendre les conclusions obtenues.**



Quelle place pour l'import-export ?

Certains emplois nationaux permettent de répondre à une demande internationale. Ainsi, une partie des emplois de la filière éolienne française est liée aux exportations de composants électroniques éoliens et ne dépend pas directement du développement des éoliennes en France. Par ailleurs, certains emplois associés à la demande nationale se trouvent à l'étranger, à l'image de la plupart des fabricants de turbines éoliennes. Ainsi, la filière éolienne française a exporté en 2015 pour 663 M€ de biens et services et en a importé 685 M€¹.

Les emplois répondant à la demande domestique sont ceux qui seront principalement concernés par les décisions de politique énergétique nationale. En pratique, la capacité d'une filière à prendre des parts de marché à l'export est également affectée par le dynamisme de son marché domestique, mais cet effet est difficile à quantifier.

¹ - ADEME, *Etude sur la filière éolienne française*, 2017.

Les périmètres associés aux emplois ont été structurés de la façon suivante :

- **Emplois directs** : ce sont les emplois directement liés à l'activité (exploitation, maintenance, construction...) : il peut s'agir du technicien combustible, du gardien d'un site ou encore d'un technicien d'intervention sur les réseaux. On peut y rattacher les salariés des entreprises sous-traitantes travaillant à temps plein pour une installation.
- **Emplois indirects** : ce sont les emplois des fournisseurs qui fabriquent les consommations intermédiaires nécessaires à la réalisation des produits des activités directes : il s'agit par exemple des emplois liés à la fabrication de matières premières pour les turbines.
- **Emplois induits** : ce sont les emplois associés à l'activité économique générée par les dépenses des revenus issus des emplois directs et indirects, comme les commerces de proximité (boulangers, coiffeurs...). Ces emplois sont plus difficiles à quantifier et leur comptabilisation est sujette à controverse. Ils sont ici exclus de l'analyse².

Par ailleurs, il est nécessaire de distinguer les emplois récurrents d'une année sur l'autre (par exemple associés à l'exploitation, la maintenance et le combustible d'un moyen de production d'électricité) des **emplois liés aux différentes phases de construction et démantèlement d'un moyen de production**.

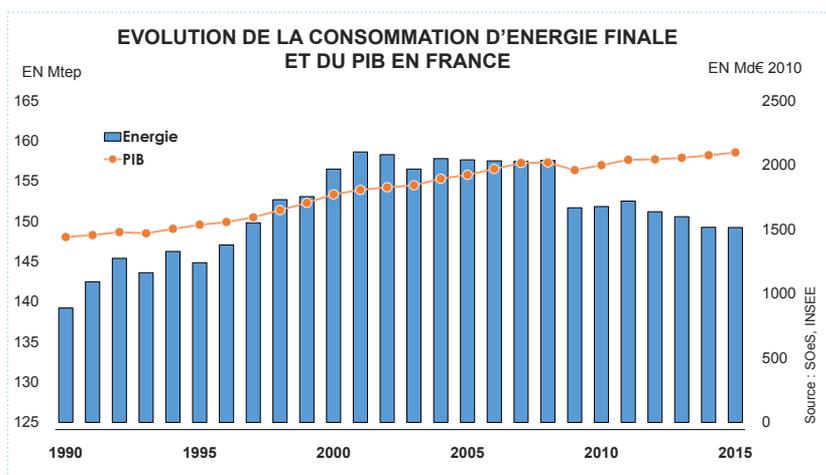
Enfin, **certains emplois sont spécifiques** : ils requièrent des compétences exclusivement associées à l'activité du site, contrairement aux emplois non spécifiques. Les techniciens en radioprotection ou en travaux sous tension occupent des emplois spécifiques. La notion d'emplois transverses est également importante : ces emplois sont nécessaires au bon fonctionnement de l'entreprise sans pour autant être spécifiques à son activité. Les emplois liés à la gestion ou au marketing sont des exemples d'emplois transverses.

Dans cette étude, les emplois considérés sont les emplois directs et indirects, sans distinction associée à des emplois spécifiques ou transverses. Ils sont par ailleurs tous comptabilisés en Equivalent Temps Plein (ETP)³.

ENERGIES, CO2 ET EMPLOIS EN FRANCE

La consommation d'énergie en France

Depuis la révolution industrielle, croissance de l'activité économique a rimé avec augmentation de la consommation d'énergie. Pourtant, la crise économique de 2008 a marqué une rupture dans cette corrélation. **On observe ainsi une réduction quasi-continue de la consommation d'énergie finale en France lors de la dernière décennie (-5 % entre 2005 et 2015) alors que, dans le même temps, l'activité économique s'est redressée.**



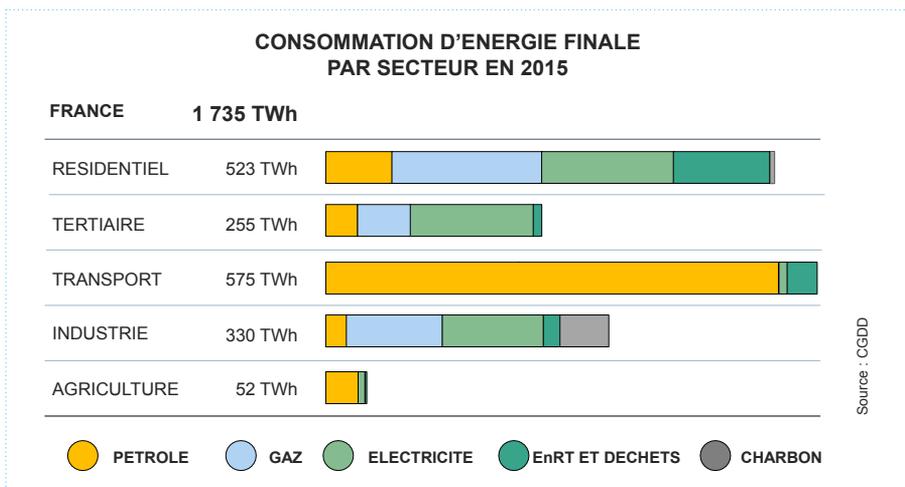
Cette baisse de la consommation d'énergie est liée à la combinaison de plusieurs facteurs, au premier rang desquels figurent la diminution de l'activité industrielle au profit des activités de services et les efforts d'efficacité énergétique réalisés dans l'ensemble de l'économie.

2. Il est cependant important de noter que ces emplois induits peuvent représenter un volume très important pour certains territoires dont l'activité économique est étroitement liée au système électrique.

3. L'évaluation exprimée en ETP correspond à un nombre de personnes affectées à temps plein sur l'ensemble d'une année.



En 2015, la consommation d'énergie finale en France s'élevait à 1 735 TWh⁴, avec la décomposition suivante dans l'économie nationale :

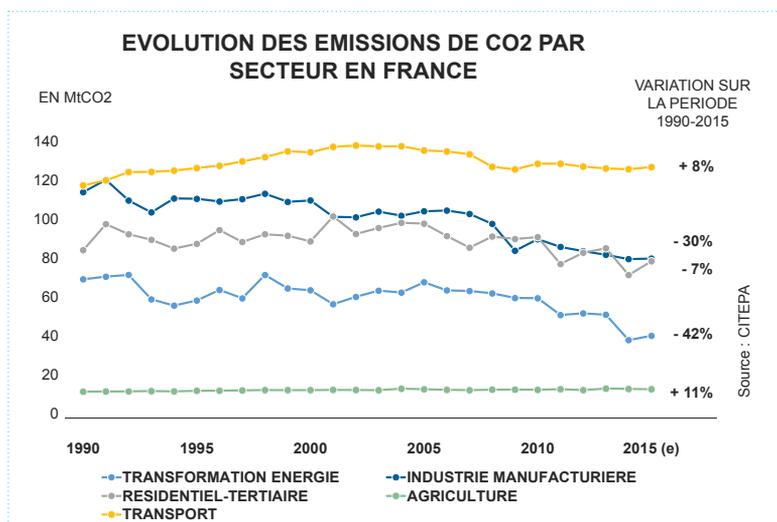


Les secteurs résidentiel et tertiaire représentent à eux seuls 45 % de la consommation d'énergie. Le transport est responsable de 75 % de la consommation de pétrole, énergie la plus émettrice de CO₂ derrière le charbon.

La lutte contre le changement climatique étant un enjeu majeur de la LTECV et la combustion d'énergie étant à l'origine de la quasi-totalité des émissions de CO₂⁵, il est essentiel de s'attacher à l'identification des gisements de CO₂ dans l'économie nationale.

Les gisements de CO₂ en France

Les émissions de CO₂ en France en 2015 s'élevaient à 337 MtCO₂, réparties de la façon suivante dans les différents secteurs d'activité de l'économie nationale :



L'analyse montre que les émissions de CO₂ en France connaissent une tendance baissière depuis une décennie. Toutefois, cette baisse résulte davantage de la réduction de l'activité industrielle et de la meilleure performance du secteur de la transformation d'énergie (développement des énergies renouvelables dans le système électrique et décarbonation des réseaux de chaleur notamment) que des efforts réalisés dans les secteurs du transport et du bâtiment.

4. Soit 149,2 Mtep (hors usages non énergétiques, qui représentent 13 Mtep).

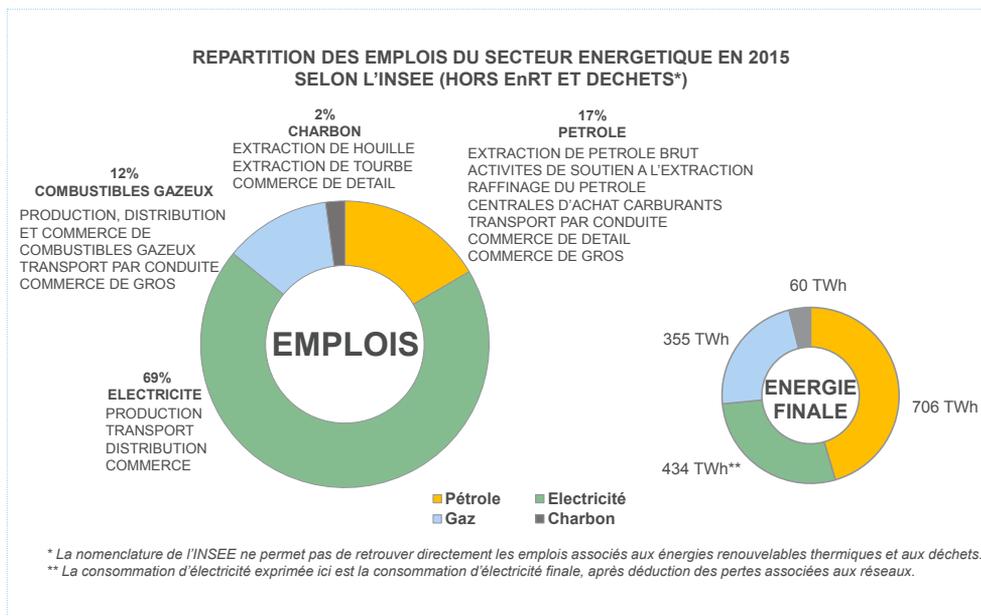
5. 93 % des émissions de CO₂ proviennent de la combustion d'énergie. Certains procédés industriels et agricoles sont à l'origine du reste des émissions (CGDD, *Chiffres Clés du Climat*, 2017). L'énergie étant le cœur de métier de l'UFE, l'étude est restreinte aux émissions de CO₂ (qui représentent 75 % des émissions de GES en France). Les autres émissions de GES sont essentiellement d'origine agricole.

La Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC) considère pourtant les deux secteurs du transport et du bâtiment comme ceux possédant les gisements de réduction des émissions de CO2 les plus importants. Les budgets carbone définis dans la SNBC illustrent bien cette volonté de mettre à contribution ces deux secteurs très émetteurs de CO2 : à l'horizon 2028, la contribution à la baisse des émissions devra, selon cette stratégie, être assurée à 40 % par le bâtiment et à 30 % par le transport. Or, les efforts engagés lors des dix dernières années ne sont pas à la hauteur des objectifs.

En particulier, les efforts de rénovation énergétique et d'amélioration des rendements des moteurs thermiques permettent certes de contenir les émissions de ces secteurs, mais ne suffisent pas à engendrer une diminution durable. **En supplément des efforts d'efficacité énergétique, il est nécessaire de s'attacher à remplacer les hydrocarbures par des énergies peu ou pas carbonées.**

L'énergie et l'emploi en France

Enfin, un élément essentiel pour la réussite de la transition énergétique réside dans l'évaluation des conséquences socio-économiques associées à l'évolution du système énergétique.



Importés pour leur grande majorité, les hydrocarbures pèsent sur la balance commerciale énergétique de la France à hauteur de 32 Md€ en 2016⁶, contrairement à l'électricité produite localement et représentant une forte valeur ajoutée dans les territoires en termes d'emplois et de ressources fiscales. Cet état de fait explique que les **volumes d'emplois associés à l'électricité, qui possède le contenu en emplois nationaux le plus important, soient très supérieurs aux emplois dans les énergies fossiles.**

Ainsi, bien que l'électricité ne représente qu'un quart de la consommation d'énergie nationale, elle crée davantage d'emplois en France que l'ensemble des énergies fossiles réunies⁷.

6. CGDD, *Bilan énergétique de la France*, 2017.

7. Les données emplois de l'INSEE sont construites selon l'activité principale de l'entreprise, ce qui aboutit à une vision imparfaite des emplois d'un secteur économique. Par exemple, l'INSEE ne comptabilise pour la production d'électricité que les emplois des entreprises dont l'activité principale est la production d'électricité. L'ensemble des emplois directs des sous-traitants sont répertoriés dans d'autres secteurs d'activité. Cette méthode étant appliquée à tous les secteurs, la représentation de la distribution relative des emplois dans le système énergétique demeure cependant une estimation intéressante.

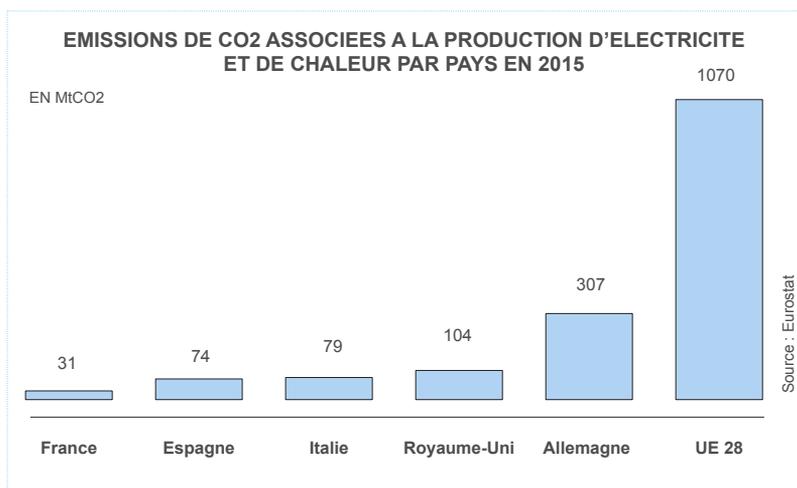
LES ATOUTS DU SYSTÈME ÉLECTRIQUE FRANÇAIS

L'électricité française parmi les plus décarbonées en Europe

Malgré un PIB par habitant supérieur à la moyenne, les Français émettent sensiblement moins de CO₂ par habitant que la moyenne européenne⁸. Ils émettent notamment moins que leurs voisins allemands, pourtant actifs sur le plan de la transition énergétique.

La bonne performance de la France en matière de lutte contre le changement climatique s'explique principalement par des émissions de CO₂ faibles dans le secteur de la production électrique. Cette situation est directement liée au choix français d'orienter son mix de production électrique vers des énergies peu carbonées, comme le nucléaire, l'hydroélectricité et les autres énergies renouvelables (éolien terrestre, photovoltaïque...) pour répondre à la majeure partie de la demande.

Au total, la France contribue fortement à réduire le contenu carbone moyen de l'électricité européenne.



Si de nombreux pays peuvent diminuer leurs émissions de CO₂ en réduisant le contenu carbone de leur électricité, la France ne dispose que très marginalement de ce levier. **Le meilleur moyen de réduire les émissions de CO₂ liées à la combustion de l'énergie réside à la fois dans la réduction des consommations d'énergies fossiles et les substitutions entre énergies, notamment dans les secteurs du transport et du bâtiment.** L'électrification des usages est en ce sens un levier de décarbonation de l'économie, à condition de garder un mix de production électrique faiblement émetteur de CO₂.

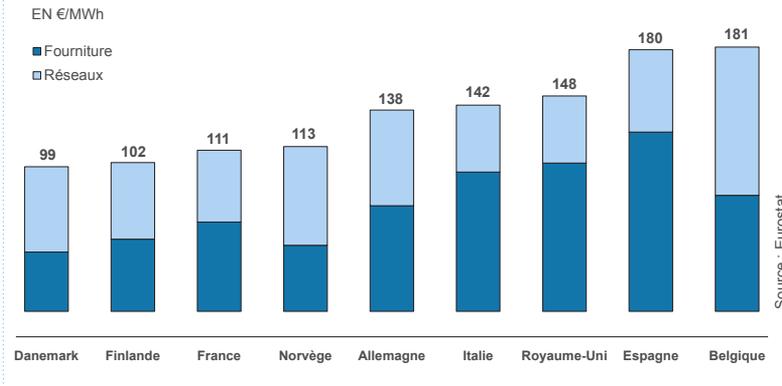
Une production d'électricité compétitive et exportatrice

L'électricité vendue en France aux particuliers et aux entreprises est parmi les moins chères d'Europe. Le prix de l'électricité facturé aux industries françaises de taille moyenne est en effet 13 % inférieur au prix facturé dans l'Union Européenne. Cet avantage est encore plus marqué en ce qui concerne le prix de l'électricité pour les ménages (inférieur de 18 % à la moyenne européenne)⁹.

8. L'Européen moyen (EU28) émettait en effet 6,7 tCO₂ en 2014, un Français 5,0 tCO₂ et un Allemand 9,3 tCO₂. (Eurostat)

9. Eurostat, *Prix de l'électricité pour les industries et les ménages de taille moyenne*, 2016.

PRIX HORS TAXE DE L'ELECTRICITE POUR LES MENAGES EN EUROPE EN 2016

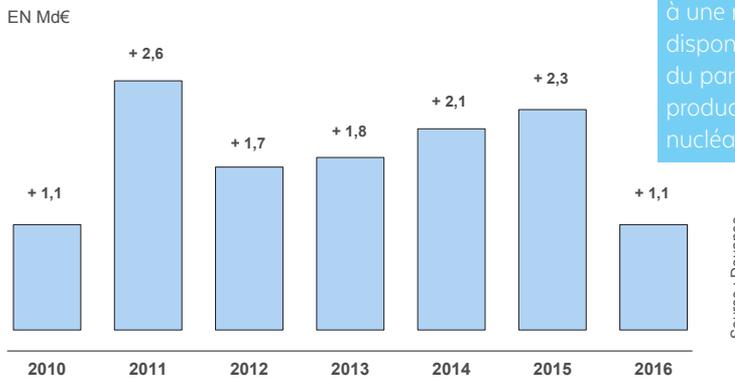


En incluant les taxes, les prix de l'électricité en France demeurent parmi les moins élevés en Europe.

Des moyens de production et des réseaux performants procurent à l'électricité française un avantage par rapport à celle vendue dans les autres pays, ce qui renforce à la fois la compétitivité des entreprises nationales et l'attractivité du territoire français pour les entreprises.

Cette compétitivité, associée à l'interconnexion du système électrique européen, permet également à l'industrie électrique française d'exporter une partie de sa production. L'excédent commercial de l'électricité est conséquent et s'élève aux alentours de 2 Md€ chaque année¹⁰.

EXCEDENT COMMERCIAL DE L'ELECTRICITE



La baisse du solde exportateur en 2016 est liée à une moindre disponibilité du parc de production nucléaire.



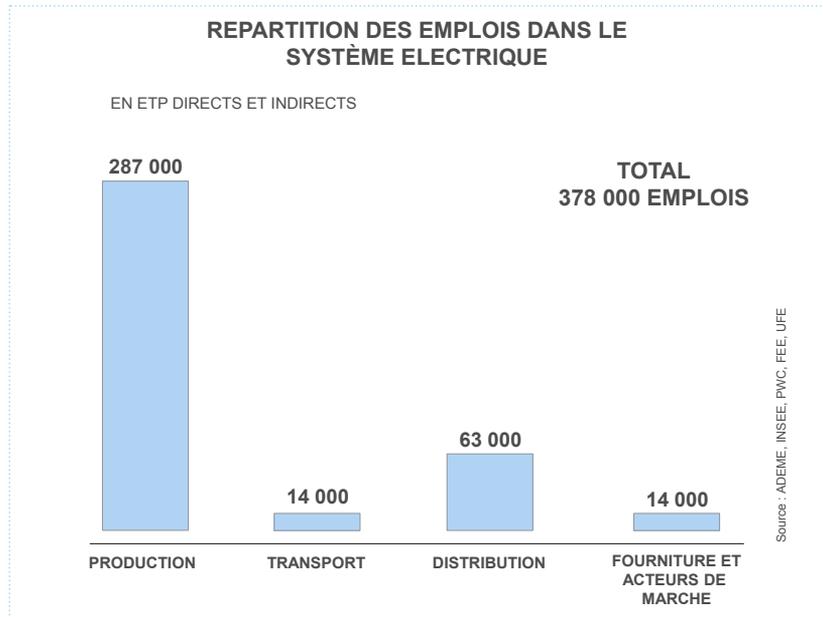
L'évolution du système électrique français doit préserver la compétitivité-prix de l'électricité afin de maintenir le pouvoir d'achat des ménages, l'attractivité économique du territoire français pour les entreprises et l'excédent commercial électrique.

Un système électrique fortement pourvoyeur d'emplois

La dimension sociale devant être abordée conjointement aux questions énergétiques et économiques, l'UFE a souhaité contribuer au débat public en réalisant un état des lieux des emplois du système électrique.

¹⁰. Cet excédent commercial est une évaluation brute du solde des échanges d'électricité. Il ne prend pas en compte les importations de combustibles fossiles, de minerais ou d'équipements utilisés pour produire cette électricité.

En l'état des données disponibles, l'ensemble des emplois dans le système électrique¹¹ est évalué à **378 000 emplois directs et indirects**. La production d'électricité représente la part la plus importante des emplois du système (75 %), suivie par les réseaux de transport et de distribution (20 %) et la fourniture.



Les entreprises des services énergétiques (chaleur, efficacité énergétique...) ne sont pas comptabilisées ici ; elles représentent toutefois environ 60 000 emplois¹², qui ne se situent pas seulement sur le vecteur électricité.

Comme précisé précédemment, les emplois de la « filière » électrique hors « système » électrique ne sont pas non plus comptabilisés ici.

Ce chiffre constitue une première base de travail proposée par l'UFE et fait actuellement l'objet de travaux qui conduiront à l'affiner. Il doit par ailleurs tendre vers un **élargissement à l'ensemble de l'écosystème de la filière électrique**, en prenant en compte tous les emplois qui peuvent être concernés et les **spécificités des compétences associées**.

Le système électrique français est vertueux sous de nombreux aspects : CO2, prix, balance commerciale et emplois. La politique énergétique nationale doit s'appuyer sur ses atouts pour atteindre les objectifs de la transition énergétique.

11. Les principales sources utilisées pour cet état des lieux sont : PWC, *Le poids de la filière électronucléaire française*, 2011 / ADEME, *Marchés et Emplois liés à l'efficacité énergétique et aux énergies renouvelables*, 2017 / Données des adhérents de l'UFE et Statistiques de l'INSEE.

12. FEDENE.

PARTIE 2

LES INDICATEURS-CLÉS

La vision stratégique et les conditions de mise en œuvre de la politique énergétique doivent être abordées de manière transverse car elles comportent de multiples facettes. **Il s'agit donc de passer d'une logique de transition énergétique à une vision plus large de transition écologique et solidaire.**

La loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte a, entre autres, fixé les objectifs suivants sur la consommation d'énergie et la production d'électricité :



-20 % de consommation d'énergie finale en 2030 par rapport à 2012



-30% de consommation primaire d'énergies fossiles en 2030 par rapport à 2012



-40% d'émissions de GES en 2030 par rapport à 1990



40 % de production d'électricité d'origine renouvelable en 2030



50 % de production d'électricité d'origine nucléaire à l'horizon 2025

L'UFE a simulé des évolutions du système énergétique à l'horizon 2030 afin de les analyser au regard de critères portant sur l'ensemble des piliers du développement durable : critères environnementaux, économiques et sociaux. L'analyse de l'ensemble de la stratégie énergétique doit se faire à la lumière de ces 3 critères si l'on souhaite qu'elle permette une transition énergétique cohérente.

RESPECTER LES ENJEUX CLIMATIQUES ET ENVIRONNEMENTAUX

L'efficacité climatique au service de la décarbonation de l'économie

Afin de pouvoir mieux appréhender les conséquences sur le système énergétique, l'analyse des trajectoires de demande énergétique est réalisée à travers une approche sur l'ensemble des énergies. Pour cela, l'UFE a modélisé trois trajectoires d'évolution de la demande d'énergie en France d'ici à 2030 :

- **Une trajectoire de « DÉCROISSANCE »** : les réductions de consommation d'énergie sont l'objectif principal. L'objectif de réduction de -20 % de la consommation d'énergie finale entre 2012 et 2030 est atteint par la réduction des consommations sur toutes les énergies **sans prise en compte de leur contenu carbone**. Pour l'électricité, cette hypothèse correspond à une réduction de la demande nationale totale, de l'ordre de -1 % par an en moyenne, pour aboutir à une demande d'électricité en 2030 de 411 TWh¹³.
- **Une trajectoire « D'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE »** : les objectifs 2030 d'économie d'énergie et de réduction des émissions de CO₂ sont atteints par **des efforts d'efficacité énergétique plus importants lorsqu'ils concernent les énergies les plus émettrices de CO₂**, mais sans aller jusqu'à une politique ambitieuse de « transferts d'usage », c'est-à-dire de substitution des énergies décarbonées aux énergies plus carbonées. Pour l'électricité, cette hypothèse correspond à une stabilité de la consommation finale d'électricité, à 473 TWh en 2030¹⁴.
- **Une trajectoire « D'EFFICACITÉ CLIMATIQUE »** : l'objectif de réduction des émissions de CO₂ est atteint par l'optimisation économique des actions possibles sur la demande d'énergie, **combinant à la fois gestes d'efficacité énergétique et transferts d'usage**. Cette optimisation « climatique » des investissements conduit à réaliser davantage d'économies d'énergies fossiles que les objectifs de la loi et à favoriser les énergies les moins carbonées que sont la chaleur renouvelable et l'électricité¹⁵. Dans cette approche climatique, la consommation d'électricité représente 512 TWh en 2030, soit un taux de croissance annuel moyen de 0,5 %.

13. Cette trajectoire se rapproche de la « Trajectoire basse » évaluée par RTE dans son Bilan Prévisionnel 2017.

14. Cette trajectoire se rapproche de la « Trajectoire haute » évaluée par RTE dans son Bilan Prévisionnel 2017.

15. Cette trajectoire correspond au scénario d'efficacité climatique publié par l'UFE lors de son étude 2016.

POUR RÉUSSIR LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE



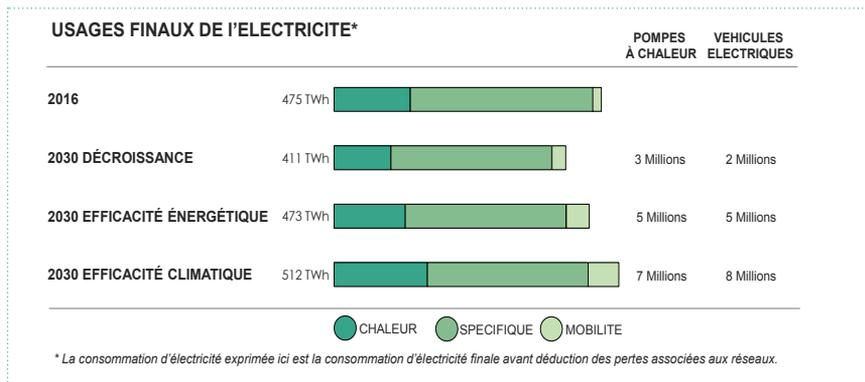
En prenant en compte les différents facteurs d'évolution de l'économie nationale (évolution démographique, croissance économique, amélioration des équipements, évolution des comportements...), l'UFE a quantifié pour chaque hypothèse de demande les actions réalisées dans tous les secteurs d'activité et leurs conséquences sur la consommation des différentes énergies. Cet exercice aboutit aux résultats suivants :

ENJEUX ENERGETIQUES ET CLIMATIQUES DES DIFFERENTES TRAJECTOIRES

CONSOMMATION D'ÉNERGIE FINALE	2016	1 735 TWh	
	2030 DÉCROISSANCE	1 408 TWh	
	2030 EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE	1 408 TWh	
	2030 EFFICACITÉ CLIMATIQUE	1 465 TWh	
CONSOMMATION D'ÉLECTRICITÉ*	2016	475 TWh	
	2030 DÉCROISSANCE	411 TWh	
	2030 EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE	473 TWh	
	2030 EFFICACITÉ CLIMATIQUE	512 TWh	
CONSOMMATION FINALE D'ÉNERGIES FOSSILES	2016	1 121 TWh	
	2030 DÉCROISSANCE	860 TWh	
	2030 EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE	800 TWh	
	2030 EFFICACITÉ CLIMATIQUE	775 TWh	
ÉMISSIONS DE CO2	2016	337 MtCO2	
	2030 DÉCROISSANCE	257 MtCO2	
	2030 EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE	240 MtCO2	
	2030 EFFICACITÉ CLIMATIQUE	236 MtCO2	

* La consommation d'électricité exprimée ici est la consommation d'électricité finale avant déduction des pertes associées aux réseaux (8 %).

Ces trajectoires de demande énergétique correspondent à la répartition suivante pour les usages de l'électricité en 2030 :



En 2030, grâce au développement des compteurs intelligents, du pilotage des consommations, et des effacements de consommation, la flexibilité aval du système électrique est fortement accrue et permet de maîtriser les appels de puissance réalisés sur le réseau. Le déploiement intelligent des recharges des véhicules électriques, qui doivent dès maintenant intégrer des dispositifs de pilotage des charges, contribue de façon importante à la bonne tenue du système électrique. L'efficacité énergétique réalisée et le déploiement des technologies de chauffage électrique performant (pompes à chaleur, radiateurs électriques performants et pilotables...) contribuent également à maîtriser la demande d'électricité.

Chacune des trajectoires analysées, y compris celle d'efficacité climatique où la demande annuelle d'électricité augmente modérément, s'accompagne d'une maîtrise de la pointe de demande électrique grâce à l'ensemble de ces moyens de lissage de la consommation.

METHODOLOGIE

Evolutions de la demande d'énergie et trajectoires d'investissements optimisées

En 2016, l'UFE, en partenariat avec le cabinet Ylios, a construit un modèle d'optimisation permettant de déterminer des trajectoires d'investissements sur la demande d'énergie pour atteindre les objectifs de la LTECV au moindre coût¹⁶. Deux étapes d'analyse se succèdent :

- Une première étape vise à comparer et **interclasser des actions d'efficacité énergétique** (travaux d'isolation, remplacement d'équipements, véhicules propres...) selon leur efficacité (économies d'énergie et de CO2 réalisées par euro dépensé). Ce coût est caractérisé en distinguant, pour chaque action, un segment de parc auquel elle s'applique et une année de déploiement (exemple : installation d'une pompe à chaleur en 2023, dans une maison individuelle, étiquette énergétique E, initialement chauffée au fioul). Au total, ce sont plus de 45 000 actions possibles qui sont interclassées.
- Une seconde étape vise à **optimiser le déploiement des différentes actions** dans le temps pour atteindre l'objectif de réduction des émissions de CO2 ou des consommations d'énergie au moindre coût, tout en respectant les contraintes d'adaptation des filières industrielles.

Ce modèle a été réutilisé pour construire les trois trajectoires de demande ici décrites. La trajectoire « Efficacité climatique » correspond à la trajectoire bas carbone optimale proposée par l'UFE en 2016.

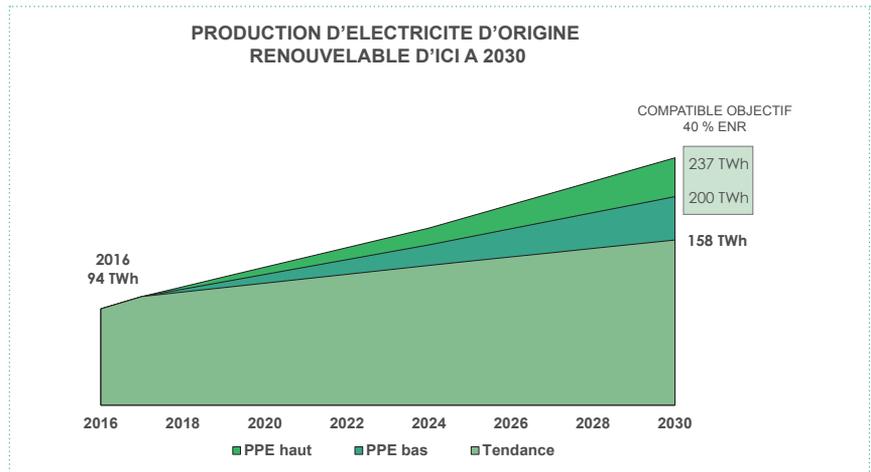
Accélérer le développement des énergies renouvelables électriques

L'essor observé des EnR répond à des attentes sociales, environnementales et économiques. Le développement de l'autoconsommation traduit par exemple les nouveaux rapports à l'énergie des consommateurs, qui se tournent vers des moyens de production plus décentralisés et renouvelables. L'objectif de 40 % d'EnR dans le système électrique en 2030 est donc majeur, à la fois pour le système électrique, qui doit se transformer, et pour la société française.

Néanmoins, le rythme de développement des EnR électriques (photovoltaïque, éolien terrestre, hydraulique, énergies marines...) de ces dernières années est inférieur à ce qui est nécessaire pour atteindre l'objectif de la LTECV.

16. UFE, Transition Énergétique : Les clés pour financer l'évolution de la demande en France, 2016.





A court terme, le rythme de développement des énergies renouvelables électriques doit donc être accéléré pour atteindre les objectifs fixés par la PPE pour 2023, puis maintenu pour être compatible avec l'objectif de 40 % de production électrique d'origine renouvelable en 2030.

Malgré une réduction générale des coûts des principales filières de production d'EnR électriques, l'analyse des freins à leur développement questionne la capacité à respecter les trajectoires évoquées :

- **Eolien terrestre** : le rythme moyen doit passer de 1 GW/an à au moins 1,5 GW/an si l'on souhaite atteindre l'objectif bas de la PPE, et ce dans un contexte de faible acceptabilité sociétale des éoliennes dans les territoires.
- **Photovoltaïque** : les fortes baisses de coûts de production des panneaux photovoltaïques et l'appétence croissante pour l'autoconsommation sont des facteurs qui devraient permettre une croissance importante de cette filière, mais son rythme doit doubler pour atteindre les objectifs.
- **Eolien offshore** : alors que la PPE visait un objectif de 3 GW installés en 2023, on peut déjà observer un retard sur l'atteinte de cet objectif.
- **Hydraulique** : si la grande partie du potentiel hydraulique est utilisée en France, l'UFE et la DGEC ont identifié un gisement hydraulique de l'ordre de la dizaine de TWh en 2013¹⁷. Aujourd'hui, les conditions économiques des marchés de l'électricité et certaines contraintes environnementales ne permettent pas d'exploiter ce potentiel.

L'ensemble des freins contribuant, filière par filière, aux retards constatés, doivent être levés rapidement pour espérer atteindre les objectifs 2023 et 2030. En particulier, la stabilité des systèmes de soutien, la visibilité donnée au calendrier des appels d'offres, la poursuite du travail de simplification administrative, la plus grande cohérence des politiques publiques¹⁸, la meilleure appropriation et acceptabilité locale des projets (procédures de concertation et de co-construction des projets, traitement plus rapide des recours, financement participatif...) sont des leviers majeurs de développement des EnR.

Préserver le faible contenu carbone de l'électricité

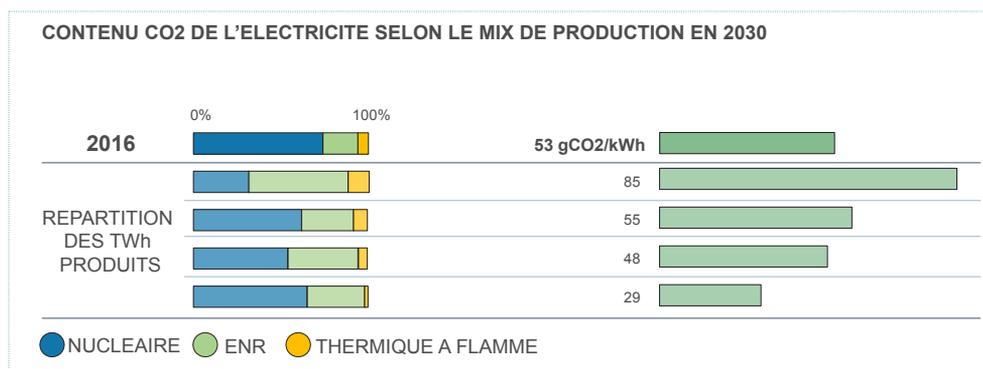
Les émissions de CO₂ de l'électricité sont très faibles au regard des émissions nationales, raison pour laquelle le système électrique est un atout dans la lutte contre le changement climatique. En revanche, une évolution du mix électrique entraînant le recours accru à des moyens de production émetteurs de CO₂ dégraderait le bilan carbone de la France. En cohérence avec les objectifs de transition énergétique, le faible contenu carbone de l'électricité doit être à minima préservé pour respecter les budgets carbone de la SNBC¹⁹.

17. DGEC, *Connaissance du potentiel hydroélectrique français*, 2013.

18. Cohérence entre politique énergétique et politique de l'eau par exemple.

19. La Stratégie Nationale Bas Carbone donne pour objectif à l'industrie de l'énergie de maintenir le faible niveau de ses émissions de CO₂ jusqu'en 2028.

En s'appuyant sur un modèle de fonctionnement du système électrique, l'UFE a évalué les conséquences climatiques de différents mix de production en 2030, en faisant varier les parts de production nucléaire, renouvelable et thermique à flamme.



Au regard des résultats de cette évaluation, il apparaît que le maintien de la bonne performance climatique du système électrique français ne doit pas être tenu pour acquis. La transformation du système électrique français peut générer des épisodes de déficit de capacité de production décarbonée qui nécessitent le recours à des centrales thermiques émettrices de CO2 pour assurer la sécurité d'alimentation du système français. Le [Bilan Prévisionnel 2017](#) de RTE montre également que certaines évolutions du mix de production électrique pourraient conduire à une augmentation des émissions de CO2 du système électrique.

Aujourd'hui, à certaines heures de l'année, les technologies de production décarbonée (nucléaire et renouvelable, dont hydraulique) permettent de répondre à la totalité de la demande d'électricité. A d'autres moments, les centrales thermiques à flamme (gaz, charbon) complètent cette production décarbonée pour assurer l'approvisionnement. La complémentarité des moyens de production permet de répondre à chaque instant à la demande. Demain, la contribution des différentes filières pourra être amenée à évoluer, avec des conséquences sur les émissions de CO2 de l'électricité française.

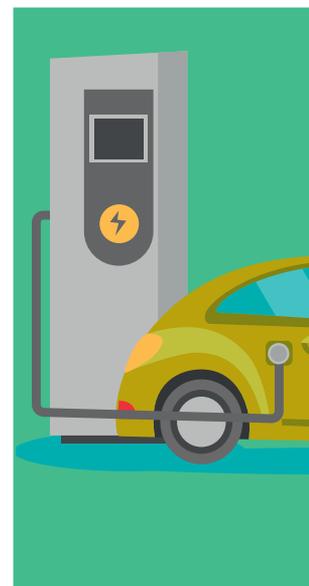
Or, si la sécurité d'approvisionnement est une exigence fondamentale dans l'approche de l'évolution du mix électrique, y répondre par une part accrue de la production carbonée ne serait pas acceptable. Les exemples observés dans des pays européens voisins peuvent permettre de mieux comprendre les enjeux associés. La stratégie énergétique de l'Allemagne n'a pas permis de réduire le recours aux centrales de production thermiques fossiles. Ce n'est pas le cas de la Suède, qui dispose depuis longtemps d'un mix électrique très faiblement dépendant des ressources fossiles (5 %) grâce aux énergies renouvelables (notamment hydraulique) et nucléaire. La Suède développe aujourd'hui des capacités d'énergies renouvelables pour conforter sa performance climatique, tout en réduisant les consommations d'énergies fossiles dans le bâtiment.

Equilibre offre/demande et sécurité d'approvisionnement

Les nouveaux usages de l'électricité et la pénétration croissante des énergies renouvelables variables placent le système électrique face à de nouveaux enjeux pour maintenir le nécessaire équilibre entre l'offre et la demande d'électricité à chaque instant.

Le développement des réseaux intelligents, des technologies de stockage et du pilotage de la demande (effacement, pilotage des appareils connectés et des recharges des véhicules électriques) peuvent notamment permettre d'éviter la construction de nouveaux moyens de pointe tout en assurant la sécurité d'approvisionnement du système électrique français.

Au regard de l'objectif de neutralité carbone fixé par le gouvernement, l'augmentation du contenu carbone de l'électricité enverrait un signal climatique particulièrement négatif. L'évolution du mix électrique doit donc s'opérer dans une temporalité permettant la stabilité de ce contenu carbone, voire sa diminution.



S'APPUYER SUR LES ENJEUX ÉCONOMIQUES

L'efficacité climatique, un bilan macroéconomique favorable

Les trois jeux d'hypothèses sur la demande énergétique couvrent un ensemble de projections présentes dans le débat public. L'analyse macroéconomique montre que les trajectoires d'efficacité climatique et d'efficacité énergétique, qui permettent toutes deux d'atteindre l'objectif climatique de réduction de 40 % des émissions de CO₂ entre 1990 et 2030, sont celles ayant les conséquences macroéconomiques les plus favorables.

Les analyses réalisées conduisent tout d'abord à évaluer l'impact de l'évolution du mix de consommation d'énergie sur la balance commerciale énergétique. Son déficit est la conséquence directe de l'importation des énergies fossiles et représente une contribution négative à l'activité économique nationale²⁰. **La réduction plus importante de la consommation d'énergies carbonées, directement liée à l'objectif de lutte contre le réchauffement climatique, a donc un impact positif sur l'évolution de la balance commerciale énergétique de la France²¹.**

BALANCE COMMERCIALE ÉNERGETIQUE

	2016	32 Md€	
DEFICIT COMMERCIAL ÉNERGETIQUE	2030 DÉCROISSANCE	32 Md€	
	2030 EFFICACITÉ ÉNERGETIQUE	28 Md€	
	2030 EFFICACITÉ CLIMATIQUE	27 Md€	

La baisse des importations d'énergie permet notamment de moins contraindre le coût du travail pour un niveau donné de balance des paiements. La hausse du pouvoir d'achat de l'heure travaillée permet d'augmenter les revenus disponibles pour des achats à l'industrie domestique, avec un effet positif sur l'activité économique nationale²².

La mise en place de ces trajectoires va par ailleurs nécessiter des investissements importants du côté de la demande énergétique. Les investissements actuellement réalisés dans l'efficacité énergétique sont de l'ordre de 30 Md€ par an²³. Ces efforts sur les gestes d'efficacité énergétique et de substitution entre énergies doivent être au moins doublés si l'on souhaite atteindre les objectifs de la transition énergétique :

BESOINS DE FINANCEMENTS ANNUELS DANS LA DEMANDE ÉNERGETIQUE

	2016	30 Md€/an	
INVESTISSEMENTS À RÉALISER	2030 DÉCROISSANCE	65 Md€/an	
	2030 EFFICACITÉ ÉNERGETIQUE	70 Md€/an	
	2030 EFFICACITÉ CLIMATIQUE	60 Md€/an	

Cette augmentation conséquente des investissements dans l'efficacité énergétique, réalisée au détriment d'autres investissements, exige de prioriser les actions les plus cohérentes au regard des objectifs énergétiques et climatiques fixés par la LTECV. **En concentrant les investissements sur les actions d'efficacité énergétique les plus pertinentes et en ciblant les consommations d'énergies fortement carbonées, il est possible d'optimiser les investissements dans la demande énergétique. L'efficacité climatique est la trajectoire de demande qui présente de ce point de vue le bilan le plus favorable.**

Les actions déployées dans l'efficacité climatique

Dans la trajectoire d'efficacité climatique, l'accélération du déploiement de l'efficacité énergétique repose principalement sur 10 actions qui réalisent la majorité des économies d'énergie et de réduction des émissions de CO₂.

Ces actions-clés se trouvent à la fois dans le transport (VE, VUL électriques et camions gaz) et le bâtiment (optimisation active des consommations, isolation des combles, radiateurs électriques performants, pompes à chaleur, chaudières condensation gaz, chaudières bois et réseaux de chaleur)²⁴. Elles permettent d'atteindre l'objectif climatique de la loi au moindre coût mais ne sont pas nécessairement rentables du point de vue du preneur de décision. C'est pourquoi l'ensemble du cadre fiscal et réglementaire doit être cohérent et s'accompagner d'outils d'information et de sensibilisation pour déclencher ces actions, car elles ne sont pas uniquement déterminées par des paramètres économiques. **Enfin, le développement et la généralisation des contrats de garantie de performance énergétique (CPE) permettent aussi de réduire l'incertitude des acteurs économiques sur les économies d'énergie générées.**

20. Le déficit commercial français a un impact sur l'activité économique de -0,3 points de PIB selon le CGDD (Datalab, *Bilan énergétique de la France pour 2015, 2016*).

21. Les évolutions des prix des énergies retenues d'ici à 2030 sont issues de la Banque Mondiale et de l'AIE.

22. Pour plus de détails, voir CIREN, *Évaluation macro-économique de la trajectoire bas carbone de l'UFE avec IMACLIM-R (Fr)*, 2017.

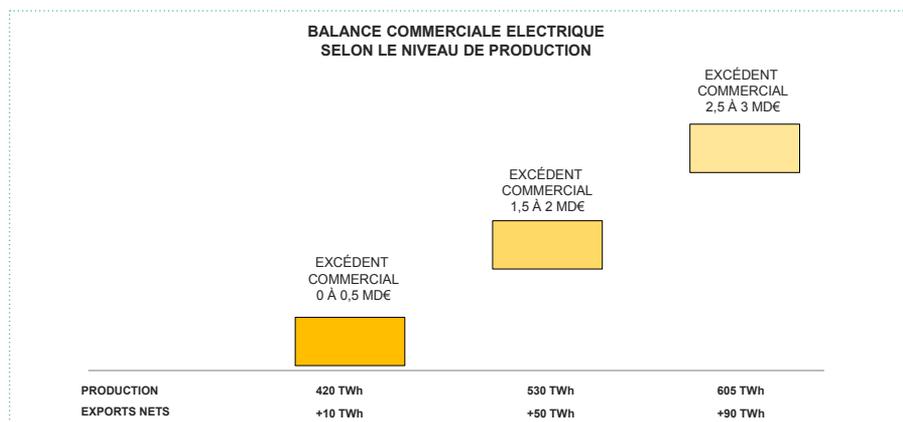
23. I4CE, *Panorama des financements climat*, 2016.

24. Voir UFE, *Les clés du financement de la transition énergétique*, 2016.

Balance commerciale de l'électricité, un atout français

La balance commerciale de la France est déficitaire depuis 2002, et s'est élevée à -48 Md€ en 2016. Comme pour la plupart des pays européens, les hydrocarbures sont prépondérants dans le déficit français : ils ont représenté 32 Md€ d'importations en 2016, soit l'équivalent des deux tiers du déficit total. Cette facture énergétique est néanmoins allégée par la production électrique, qui nécessite peu d'importations de combustibles.

Le **solde exportateur net de l'électricité** constitue un bénéfice économique de l'ordre de 2 Md€ par an en moyenne. Ce bénéfice pourra évoluer de façon conséquente suivant la stratégie adoptée pour le mix de production électrique national :



Les décisions de politique énergétique devront notamment permettre une combinaison économiquement optimale entre capacités existantes et nouvelles capacités afin de prendre en compte l'évolution de cet excédent commercial.

Des besoins d'investissement importants dans la production et les réseaux

Le déploiement des EnR, l'évolution du parc nucléaire, le développement des capacités de stockage et les éventuels besoins de capacités thermiques à flamme pour maintenir la sécurité d'approvisionnement du système électrique représentent des investissements de plusieurs dizaines de milliards d'euros d'ici à 2030.

Ces investissements sont *in fine* répercutés dans la facture des consommateurs, raison pour laquelle il est essentiel que la trajectoire du mix électrique ne génère pas des besoins ponctuels de capacités de pointe afin d'assurer la sécurité d'alimentation pour seulement quelques années. Ces investissements se transformeraient en coûts échoués qui pèseraient sur l'économie nationale.



BESOINS ANNUELS D'INVESTISSEMENTS DANS LE SYSTÈME ÉLECTRIQUE D'ICI À 2030

2016	PRODUCTION	6,0 Md€/an	
	RÉSEAUX	5,8 Md€/an	
2030	PRODUCTION	5 à 11 Md€/an	
	RÉSEAUX	5,9 à 6,3 Md€/an	

Les besoins en investissements dans la production seront importants et dépendront fortement des choix réalisés, en particulier ceux concernant la trajectoire renouvelable²⁵ et l'évolution du parc nucléaire²⁶.

Les réseaux représentent également une part importante des investissements dans le système électrique. Les besoins de réseaux sont principalement liés à l'évolution de la demande, notamment la charge des véhicules électriques, et à la mutation du parc de production. Ce parc, de plus en plus décentralisé, voit sa distribution géographique évoluer : alors que les réseaux de transport ont été construits pour relier les moyens de production (d'abord hydrauliques, puis nucléaires) aux centres de consommation, on observe que ce sont maintenant aux réseaux de distribution que viennent se raccorder la plupart des nouveaux moyens de production.

25. Les coûts d'investissements dans les technologies de production renouvelable et leurs diminutions à l'horizon 2030 sont les mêmes que ceux utilisés dans le [Bilan Prévisionnel 2017](#) de RTE.

26. Les investissements liés au grand carénage s'élèveront à 45 Md€₂₀₁₅ sur la période 2014-2025 (EDF, [Rapport financier annuel](#), 2016).

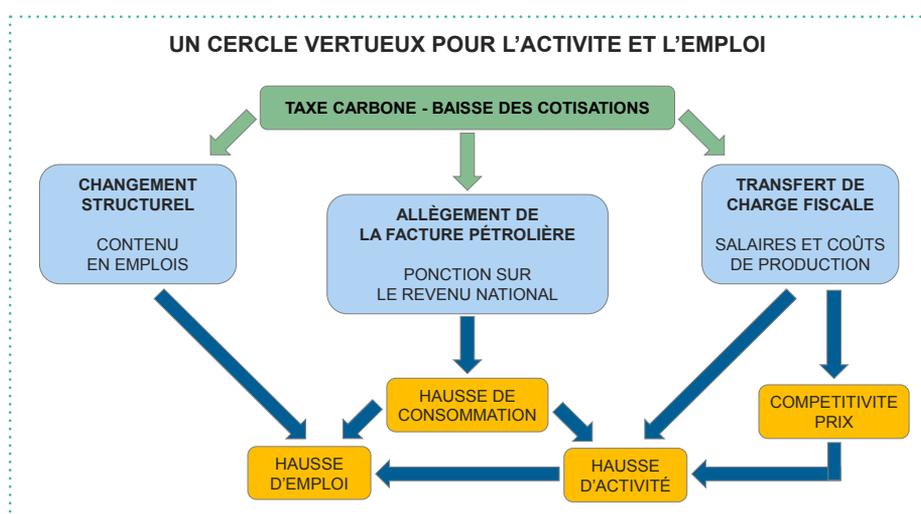
Cette restructuration des réseaux de transport et de distribution nécessite des investissements conséquents, autour de 6 Md€ par an selon les rythmes d'évolution de la demande d'électricité et du mix de production. Au-delà des montants, ce sont les natures d'investissements qui peuvent être très différentes selon la part de la production décentralisée (y compris autoconsommation) et le niveau de développement de l'électromobilité. Des optimisations seront également possibles en rapprochant consommation et production au niveau local.

PRENDRE LA MESURE DES ENJEUX SOCIAUX

L'efficacité climatique, une opportunité de création d'emplois dans l'ensemble de l'économie

De nombreuses études macroéconomiques l'indiquent : en plus de répondre à un enjeu environnemental majeur, **la transition écologique est susceptible d'être créatrice d'emplois, et ce dans l'ensemble de l'économie.**

La trajectoire d'efficacité climatique de l'UFE a été soumise à l'évaluation de la maquette macroéconomique Imacim-R France développée par le CIRED²⁷. Ce modèle prend en compte les effets de prix et de relance des investissements sur l'ensemble de l'économie :



Cette étude (non ciblée sur le secteur de l'énergie) conclut qu'au plan macroéconomique, **une politique d'efficacité énergétique, associée à une fiscalité climatique volontaire redistribuée dans sa totalité dans les politiques de l'emploi**, générerait, toutes choses égales par ailleurs, **un gain net de 360 000 emplois dans tous les secteurs de l'économie par rapport à une trajectoire de référence.**

S'il est nécessaire de rester attentif aux annonces sur l'importance des volumes d'emplois qui seront créés par la transition énergétique, des enseignements majeurs peuvent être tirés de ces résultats.

Il est notamment essentiel de constater que les **emplois créés ne sont pas spécifiquement des emplois « verts », mais sont distribués dans l'ensemble des secteurs de l'économie.** Ces emplois sont créés par **la diffusion des bénéfices de l'efficacité énergétique dans l'économie** (amélioration de la compétitivité des entreprises ou encore augmentation du reste à vivre des ménages), par l'utilisation de davantage d'énergie produite nationalement (chaleur renouvelable, électricité) ou encore par la redistribution de la fiscalité carbone d'une partie des énergies fossiles dans l'appareil de production par des emplois (la redistribution de la taxe carbone permettant de réduire le coût du travail).

Ces résultats interpellent et appellent à une réflexion sur une réforme fiscale climatique d'envergure.

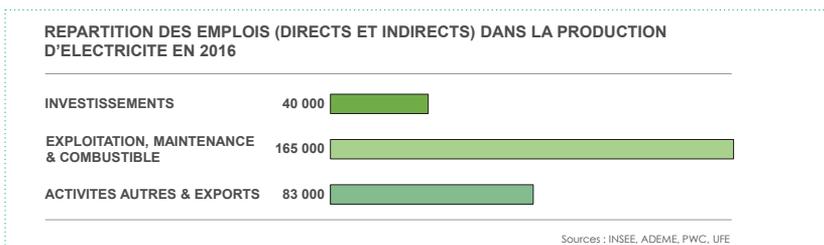
Cette analyse a été réalisée sur toute l'économie sans évolution du mix de production électrique associée, l'enjeu étant ici d'évaluer des mécanismes généraux se répercutant sur l'ensemble de l'économie. Il est ensuite nécessaire que chacune des filières identifie, par une approche sectorielle, les déterminants associés à l'évolution des emplois dans son secteur.

27. CIRED, *Évaluation macro-économique de la trajectoire bas carbone de l'UFE avec IMACIM-R (Fr)*, 2017.

Les emplois dans la production d'électricité

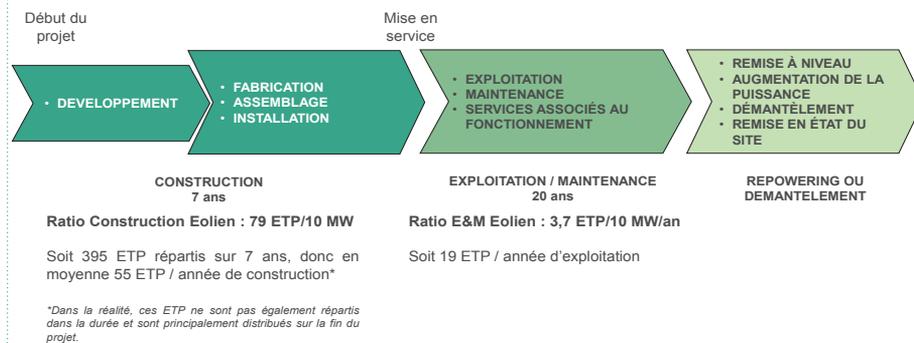
Les emplois dans la production d'électricité représentent plus de trois quarts des emplois dans le système électrique. Ils peuvent être répartis de la façon suivante :

- **Les emplois associés à une phase d'investissements** (construction ou repowering²⁸) ou au démantèlement d'un moyen de production en France.
- **Les emplois associés à l'exploitation, la maintenance et le combustible** (fourniture des combustibles tels que l'uranium, la biomasse, le charbon...) pour un moyen de production d'électricité en France.
- **Les emplois dans les activités autres** (recherche expérimentale, établissements publics tels que l'Autorité de Sûreté Nucléaire...) ou **destinées à l'export**.



L'évaluation des emplois associés aux activités de production d'électricité requiert l'identification précise des différentes phases de la production et de leur durée pour déterminer les emplois qui seront effectivement liés aux différentes filières.

L'exemple ci-dessous montre les emplois associés à un parc éolien de 50 MW sur l'ensemble de sa durée de vie :



Les emplois associés aux investissements dans une installation de production

En 2016, les emplois dans les phases d'investissements (études, ingénierie, fabrication d'équipements, génie civil) sont portés par l'essor des énergies renouvelable et représentent au total 40 000 emplois. En termes d'emplois, les principales filières pour les investissements réalisés en France sont les suivantes :

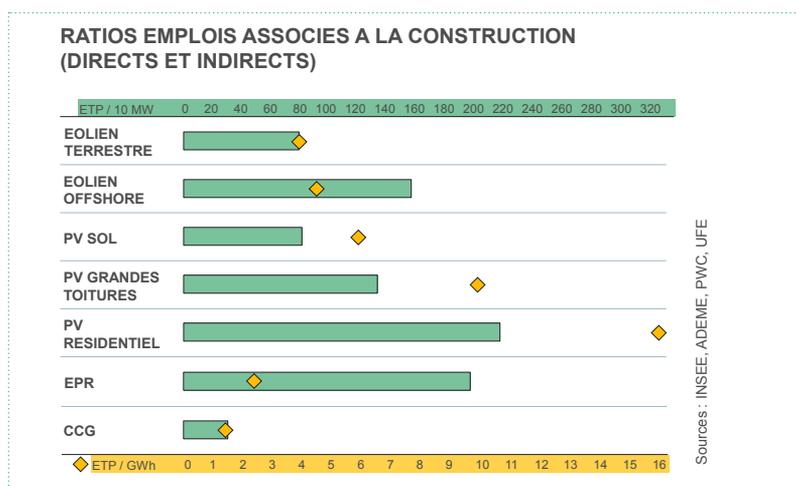
- Construction d'installations photovoltaïques (8 000 emplois),
- Construction d'éoliennes terrestres (7 000 emplois),
- Renforcement du parc hydraulique (4 500 emplois),
- Construction de l'EPR de Flamanville (4 600 emplois).

Les emplois associés aux investissements recouvrent aussi les équipes d'ingénierie du secteur nucléaire, ainsi que celles nécessaires au déploiement des parcs éoliens en mer.

28. Le repowering consiste à remplacer partiellement ou totalement des moyens de production d'électricité existants pour augmenter leur rendement, leur puissance ou en réduire les coûts.



La mise en relation des capacités de production électriques installées sur le territoire chaque année et de l'évaluation des emplois permet de calculer les **ratios d'emplois associés à la phase de construction** des différents moyens :



Ces données représentent le nombre total d'ETP nécessaires à la construction d'un moyen de production. Il faut y associer la durée du projet pour obtenir une moyenne annuelle. Ainsi, la durée de construction d'un EPR de 1 650 MW est évaluée à 7 ans : le nombre d'ETP total associés s'élève à 32 000 sur 7 ans, ce qui donne une moyenne annuelle de 4 600 emplois pour chaque année de construction de l'EPR²⁹. Pour un parc éolien de 50 MW, on obtient 395 ETP associés, qui sont répartis sur la durée de mise en œuvre du projet d'environ 7 ans, la plus grande part des ETP intervenant principalement sur la fin du projet.

Si le nombre d'ETP varie en fonction des technologies de production, les capacités des différentes technologies ne produisent pas nécessairement les mêmes volumes d'énergie. C'est pourquoi il est utile de relier les emplois associés à la construction avec l'énergie produite³⁰.

Les emplois dans les phases d'investissements associées au repowering ou au démantèlement des moyens de production ne sont pas décrits dans le graphe ci-dessus. On considère que le démantèlement d'une installation nucléaire dure 20 ans et requiert 85 % d'emplois de moins que la phase d'exploitation et de maintenance³¹.

Les emplois associés à l'exploitation, la maintenance et le combustible pour le parc de production électrique existant

Comme indiqué précédemment, l'exploitation, la maintenance et le combustible pour le parc de production électrique national impliquent 165 000 emplois. On trouve parmi eux :

- 130 000 emplois pour l'exploitation/maintenance des centrales nucléaires et le cycle associé à l'uranium alimentant des centrales françaises,
- 15 000 emplois pour la filière hydraulique,
- 3 800 emplois pour la filière éolienne terrestre,
- 2 900 emplois pour la filière photovoltaïque.

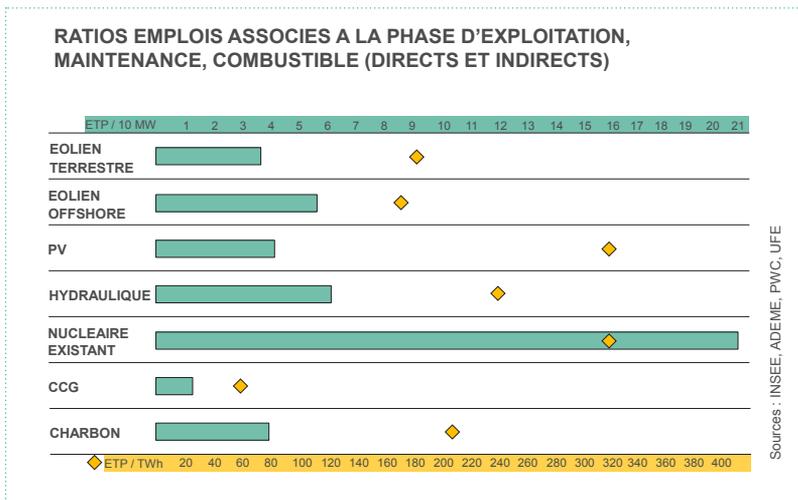
Les autres emplois se situent dans les centrales thermiques à flamme et les filières bioénergies (déchets, biomasse et biogaz).

29. PWC, *Le poids de la filière électronucléaire en France*, 2011.

30. Les facteurs de charge retenus sont ceux de la moyenne des 5 dernières années pour les filières déjà présentes sur le territoire français, et ceux annoncés pour les nouvelles filières. Nucléaire existant : 74 % ; Hydraulique : 30 % ; Eolien terrestre : 24 % ; PV : 15 % ; CCG : 25 % ; Charbon : 22 % ; EPR : 85 % ; Eolien offshore : 38 %.

31. Assemblée Nationale, *Rapport d'information relatif à la faisabilité technique et financière des installations nucléaires de base*, 2017.

La mise en relation de l'énergie produite et des capacités exploitées en 2016 pour chacune des filières de production avec l'évaluation des emplois concernés permet de déterminer **les ratios d'emplois** associés à la phase d'exploitation, maintenance et combustible pour le parc de production d'électricité français :



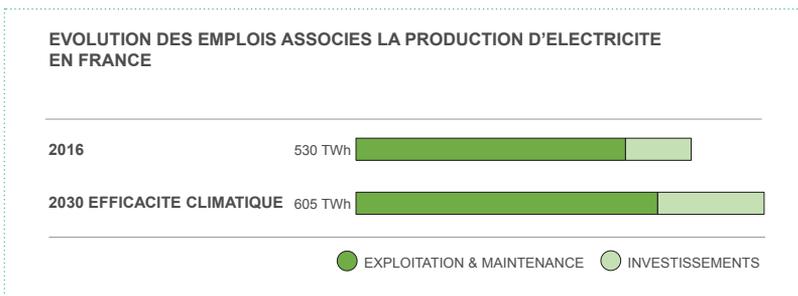
L'évaluation des emplois associés à l'exploitation/maintenance des installations cogénération ou bioénergies s'effectue sur un périmètre différent car elles sont aussi associées à la production de chaleur, raison pour laquelle il faudrait définir des « clés de répartition » entre production de chaleur et production d'électricité.

Concernant la filière nucléaire, le grand carénage constitue une phase au cours de laquelle le volume d'activités de maintenance se trouve augmenté essentiellement sur des activités d'ingénierie et de génie civil. Ce programme, visant à poursuivre l'exploitation du parc nucléaire, se traduit par un nombre d'emplois supplémentaires, estimés à **110 000 ETP directs et indirects sur la période 2014-2025**³².

Evolution des ratios d'emplois

Ce bilan des emplois dans la production d'électricité suggère que l'analyse des conséquences sociales des différentes évolutions possibles du mix électrique est complexe, puisqu'il faut prendre en compte les emplois de la construction, de l'exploitation et du démantèlement des installations. Le volume d'emplois associés à une technologie doit être mis au regard des coûts de production. En outre, il est nécessaire de considérer les compétences requises pour ces emplois et leur localisation géographique.

Quelques enseignements peuvent d'ores et déjà être tirés de cette analyse. **Le nombre total d'emplois dans la production d'électricité dépendra avant tout du niveau de production d'électricité.** Une augmentation de la demande d'électricité, et de la production nationale pour y répondre, conduit à une hausse du nombre d'emplois dans le secteur :



32. EDF, Grand carénage : chiffres-clés, 2016.

L'analyse révèle en effet que la structure du mix de production électrique (renouvelable, nucléaire, thermique à flamme...) est moins déterminante sur le volume d'emplois total que le niveau de la production. Cela s'explique par des technologies de production qui ont *in fine* des contenus en emplois relativement proches.

Il est important de noter que les **analyses de sensibilité** réalisées montrent par ailleurs que les niveaux d'incertitude relatifs à l'évolution de ces ratios demeurent importants : les **gains de productivité associés à la baisse des coûts** de certaines filières de production renouvelables ou **la part d'imports/exports** dans les différentes activités sont autant de facteurs qui pourraient jouer un rôle majeur sur l'évolution des emplois.

Facteurs d'évolution des emplois dans les EnR

On comptabilise aujourd'hui 25 000 emplois dans la construction des moyens de production d'électricité d'origine renouvelable. En doublant le rythme de construction pour atteindre les objectifs hauts de la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie, il serait tentant d'en déduire que les emplois associés vont doubler.

Néanmoins, les prix de ces technologies diminuent car elles connaissent des gains de productivité (réduction des coûts des matériaux, optimisation des process...). Si les emplois nécessaires à la construction de ces technologies diminuent au même rythme que les coûts, alors les emplois associés à leur construction pourraient n'être que de l'ordre de 35 000.

Par ailleurs, la création de filières industrielles nationales aurait pour conséquence d'améliorer ce bilan. En augmentant de 20 % la part nationale de la production des équipements associés aux technologies EnR, le bilan des emplois pourrait se trouver augmenté de 5 000 emplois supplémentaires.

Les exports associés au cycle de l'uranium ou à l'ingénierie/construction nucléaire participent aujourd'hui au dynamisme de l'économie française à hauteur de 7,2 Md€³³.

De la même façon, la structuration et le développement accrus des filières renouvelables sur le territoire permettraient de contribuer au développement de savoir-faire et de compétences qui pourront être exportés à l'international, comme c'est aujourd'hui le cas de la filière hydraulique française, leader mondial de son secteur.

Cette première analyse menée sur les emplois dans la production d'électricité est tirée des données actuellement disponibles. Elle a vocation à être affinée dans les mois qui viennent, notamment à l'occasion de la mise en place d'un contrat d'étude prospective qui associera les différents acteurs de la filière électrique.



PARTIE 3

LA NÉCESSITÉ D'UNE VISION PROSPECTIVE

Réalisme et pragmatisme sont incontournables pour réussir une trajectoire énergétique. Il est essentiel d'objectiver les débats et d'évaluer en amont les trajectoires, en particulier dans des secteurs où les **cycles et montants d'investissement sont longs et importants**, comme c'est le cas pour le secteur électrique.

Pour cette filière d'excellence pourvoyeuse d'emplois sur l'ensemble du territoire national, il importe de bien mesurer les conséquences sur l'emploi des choix qui seront réalisés par les pouvoirs publics et **d'anticiper et d'accompagner les mutations majeures qui seront à réussir collectivement, tant au plan national que dans les territoires.**

L'INTÉRÊT D'UNE VISION GLOBALE

Le système électrique représente 1,4 % de l'emploi aujourd'hui en France avec des activités réparties sur l'ensemble du territoire national. La diversité des métiers, les technologies et innovations associées, ainsi que la richesse des parcours professionnels possibles en font une filière particulièrement attractive pour les techniciens, ingénieurs et universitaires.

Il est en premier lieu essentiel d'avoir une **vision globale de la transition écologique** et de regarder l'ensemble des secteurs qui seront concernés. Il est également nécessaire de **distinguer les potentialités de création d'emplois et leur caractère plus ou moins pérenne, de ceux existants** qui seront amenés à évoluer voire à être supprimés.

Cette approche est bien évidemment à réaliser pour la filière électrique. Sont concernés les emplois liés à l'ensemble de la chaîne de valeur amont-aval (équipementiers, installateurs industriels, producteurs d'électricité, opérateurs de réseaux, fournisseurs, agrégateurs et services d'efficacité énergétique).

S'agissant du mix de production, les phases de construction (études, ingénierie, fabrication d'équipements, génie civil), les cycles de vie des installations, les phases de repowering ou de déconstruction varient d'un mode de production à un autre (nucléaire, hydraulique, éolien, solaire...). Les processus et modèles industriels divergent, et sont donc à comparer avec précaution. Les rythmes des évolutions technologiques sont par ailleurs, comme précédemment indiqué, très rapides avec des conséquences sur les investissements, le développement de telle ou telle technologie, les prix et les emplois.

Des emplois existants seront impactés par la transition énergétique, en particulier en fonction des choix d'évolution du mix de production. Des emplois seront créés mais leur potentialité dépend de nombreux facteurs (réalité des trajectoires de développement, acceptabilité sociale, maintien des politiques d'investissement). Il convient donc d'être **très prudent sur l'interprétation des projections à moyen et long terme.**

DE L'EMPLOI ET DES COMPÉTENCES

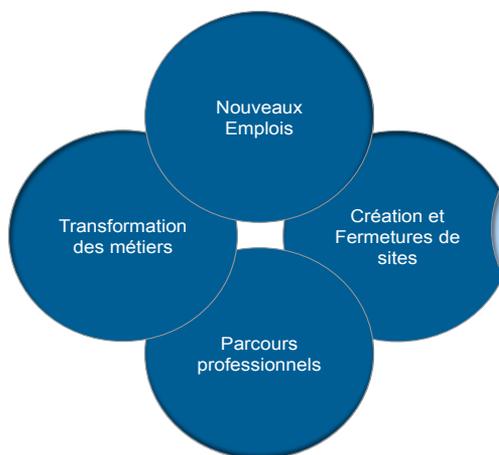
LA NÉCESSITÉ D'UNE ANTICIPATION ET D'UN ACCOMPAGNEMENT DU RE- NOUVELLEMENT DES COMPÉTENCES

Les nouvelles attentes des consommateurs, l'évolution des technologies (digital, stockage...), les projets de développement des territoires et les politiques énergétiques retenues (choix du mix et temporalité retenue en particulier) auront un impact sur les métiers de l'ensemble des acteurs du système électrique : les réseaux de transports et de distribution, les fournisseurs, les producteurs et les services d'efficacité énergétique. **Ces mutations profondes et rapides questionnent régulièrement les compétences nécessaires et soulèvent des enjeux tant de formation initiale que de formation tout au long des parcours professionnels.**

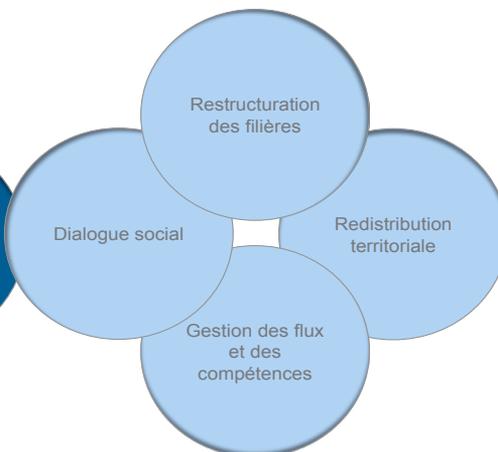


Le digital, en particulier, impactera fortement les métiers, notamment ceux des réseaux et des services avec l'émergence de compétences clés stratégiques (traitement de données, mesures, cyber-sécurité...). Son développement aura des conséquences majeures à intégrer dans le « process industriel », mais aussi à appréhender dans la manière de prendre en compte les attentes clients ou les impacts sur le management et le mode collaboratif. Ces questions sont essentielles et communes à de nombreux métiers, parfois très éloignés.

Evolution du contenu des emplois



Evolution des filières nationales des territoires



LA FORMATION, AU CŒUR DE LA RÉUSSITE DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

L'offre de formation initiale devra également évoluer dans le cadre d'une relation accrue entre les institutionnels de la formation et de l'emploi et les entreprises du secteur afin de faciliter l'accès au monde du travail et de répondre aux besoins des entreprises. La filière électrique rencontre par exemple des difficultés à trouver certains profils comme les BTS en électro technique, les techniciens en chaudronnerie, mécanique, soudure et robinetterie et les profils ingénieurs télécom qui sont également sollicités par d'autres secteurs.

Ces évolutions posent la question du devenir des emplois moins qualifiés et de l'accompagnement des jeunes lors de leur scolarité pour une orientation vers des métiers qui peinent à se créer. Le bâtiment et les travaux publics peinent ainsi à recruter alors qu'ils sont également au cœur des enjeux de la transition écologique.

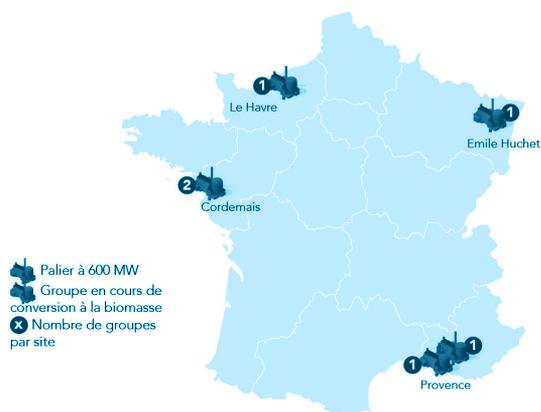
Une approche globale, transfiliaire, et réunissant les acteurs de la formation professionnelle serait très certainement une démarche à forte valeur ajoutée. Elle permettrait de donner de la visibilité aux salariés concernés, aux jeunes en formation et institutionnels de l'emploi et de la formation.

UNE DYNAMIQUE DE L'EMPLOI CONTRASTÉE SELON LES TERRITOIRES

La question de la localisation des emplois du système électrique est également majeure, pour les salariés concernés, les entreprises qui auront plus ou moins la possibilité d'accompagner ces évolutions en fonction de leur taille et profil d'activités, mais également les collectivités compte tenu de l'impact différencié sur leur territoire des évolutions du système.

Des expérimentations seront faites sur les territoires, de nouveaux moyens de production développés, en particulier dans les EnR. Des moyens de production historiques seront impactés avec des conséquences certaines pour les bassins d'emploi concernés.

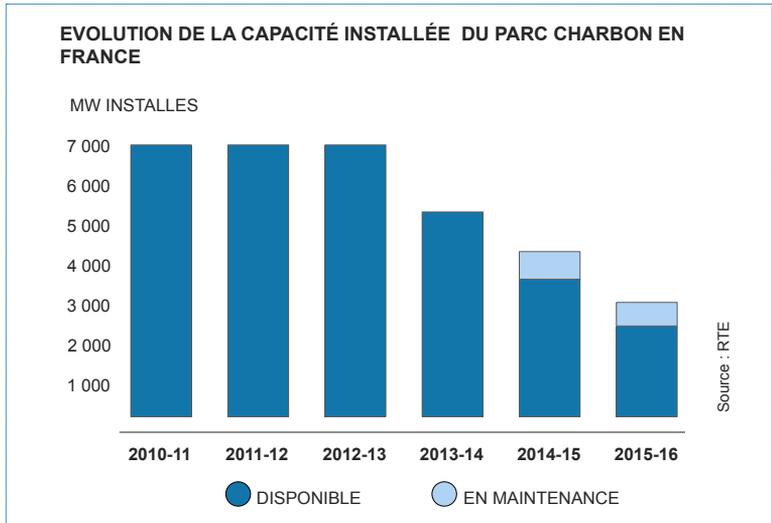
Une première étape, sensible et emblématique, des orientations de la Programmation Pluriannuelle de l'Energie est l'arrêt de la production électrique à base de charbon. Le gouvernement a annoncé que les dernières centrales électriques à charbon seront mises à l'arrêt ou reconverties vers des solutions moins carbonées d'ici 2022. Les sites de production concernés (**3 GW de capacité de production en France**) sont répartis sur le territoire national.



Les centrales thermiques au charbon au 1^{er} janvier 2016

Source : RTE





La question du charbon illustre la sensibilité de ces questions qui sont à la conjonction de plusieurs facteurs :

- des décisions stratégiques qui pourraient être prises, par l'Etat et les collectivités locales, sur les échéances et les modalités retenues ;
- des modèles d'activités spécifiques à chaque entreprise et de leur faculté à gérer, en interne et dans la durée, le redéploiement des salariés concernés ;
- des possibilités de reconversion vers d'autres métiers et/ou de mobilité vers d'autres bassins d'emploi ;
- des modalités d'accompagnement social susceptibles d'être définies dans le cadre d'un processus de concertation réalisé à la maille nationale, territoriale, branches professionnelles et/ou entreprises ;
- la création de fonds européens pour les grandes régions concernées par les reconversions.

Les développements qui précèdent montrent combien sont nombreuses et sensibles les interrogations sur les questions d'emploi. Elles sont à travailler, de manière pragmatique, collective avec les acteurs concernés, et sans tarder pour une politique responsable.

Cette question est également un enjeu de dialogue social pour conduire les transformations au niveau interprofessionnel, branches et entreprises, afin d'emporter l'adhésion de tous pour réussir la transition écologique.

La PPE 2019-2023 dont les travaux viennent de commencer est une opportunité pour appréhender conjointement les dimensions sociales, économiques et industrielles. L'UFE demande par conséquent que soit rapidement engagée la démarche prospective de l'emploi prévue par l'article 182 de la LTECV en y associant les différents acteurs concernés : Etat, collectivités territoriales, branches professionnelles/entreprises, fédérations syndicales.

Cette démarche nationale pourra également servir de contribution aux contrats de transition écologique qui seront travaillés dans les territoires, comme les expérimentations locales nourriront la démarche nationale.

SYNTHÈSE

LES POLITIQUES PUBLIQUES DOIVENT ADOPTER UNE APPROCHE D'ENSEMBLE ARTICULANT EFFICACITÉ CLIMATIQUE ET ÉNERGÉTIQUE, PERFORMANCE ÉCONOMIQUE ET JUSTICE SOCIALE

→ Les évolutions les plus volontaristes en termes de réduction des énergies fossiles, qui développent les usages de l'électricité et de la chaleur renouvelable, à la fois moins carbonées et à plus forte valeur ajoutée nationale, sont celles qui présentent le meilleur bilan environnemental, économique et social³⁴. La France doit profiter de la cohérence amont-aval de ses orientations : une production d'électricité presque indépendante des énergies primaires fossiles qui permet de **développer les usages de l'électricité, notamment dans le transport et le bâtiment.**

→ Le **signal prix carbone**, via la **contribution climat énergie**, est également un outil central des politiques nationales de décarbonation. L'affectation des ressources générées peut constituer un levier pour accompagner les ménages et les entreprises subissant la hausse de leur facture énergétique, à travers le soutien financier aux actions d'efficacité énergétique qui sont les plus efficaces, ainsi que l'accompagnement des transitions pour les activités économiques impactées par les orientations politiques de décarbonation de l'économie. Au-delà du secteur de l'énergie, dans le cadre d'une fiscalité globale constante, ces ressources peuvent être restituées dans l'économie sous forme d'allègements du coût du travail, de soutien à la recherche et l'innovation, afin d'amplifier considérablement les bénéfices socio-économiques de la transition énergétique. C'est le deuxième dividende d'une politique énergie-climat efficace, le premier étant les avantages macro-économiques (balance commerciale³⁵, croissance) d'une réduction de la consommation d'énergies importées.

LE DÉVELOPPEMENT DES ENR DOIT S'ACCÉLÉRER SI ON VEUT QU'ELLES CHANGENT D'ÉCHELLE DANS LE MIX DE PRODUCTION ET QU'ELLES CONCRÉTISENT LEUR IMPORTANT GISEMENT D'EMPLOIS

→ **Les énergies renouvelables sont une filière d'avenir, dont les performances ne cessent de progresser, et qui doit être investie en tant que filière industrielle.** Il s'agit de faire valoir l'excellence des compétences, françaises et européennes, de créer de la valeur dans les territoires et d'**être compétitif sur la scène internationale pour exporter nos savoir-faire.** Aujourd'hui, force est de constater que la poursuite des tendances des dernières années ne permettrait pas d'atteindre les ambitions affichées dans la LTECV. Il est nécessaire de suivre des trajectoires passant par les objectifs 2023 de l'actuelle PPE pour atteindre l'objectif de 40% de la production électrique d'origine renouvelable en 2030, car cet objectif, traduit dans la loi, répond à une **attente sociétale et politique forte.**

→ L'ensemble des freins contribuant, filière par filière, aux retards constatés, doivent être levés notamment par la **stabilité** des systèmes de soutien et la **visibilité** donnée au calendrier des appels d'offres, la poursuite du travail de **simplification administrative** et un accompagnement des projets, quelle que soit leur taille, pour **améliorer leur appropriation et acceptabilité locale** (procédures de concertation et de co-construction des projets, financement participatif...). Toutes ces actions contribueront à la baisse des coûts de ces filières, avec un effet positif sur les finances publiques et pour les consommateurs.

34. L'étude 2016 de l'UFE « Transition énergétique : les clés pour financer l'évolution de la demande » montrait que l'optimum économique pour atteindre l'objectif de réduction des émissions de CO2 à 2030 conduisait à une forte baisse des produits pétroliers dans le mix énergétique global, un maintien de la part relative du gaz, et une augmentation de l'électricité et des bioénergies. 10 actions à déployer ressortaient comme prioritaires pour atteindre cet objectif, à la fois dans les transports (camions gaz, VE et VUL électriques) et le bâtiment (optimisation active des consommations, isolation des combles, radiateurs électriques performants, pompes à chaleur, chaudières condensation gaz, chaudières bois, réseaux de chaleur).

35. La facture énergétique globale de la France, qui pèse sur sa balance commerciale, était de 32 Md€ en 2016 (source SDES).



L'ÉVOLUTION DU SYSTÈME ÉLECTRIQUE DOIT SE FAIRE SELON UNE TEMPORALITÉ SOUTENABLE

→ La **sécurité d'approvisionnement en électricité est un impératif absolu**, qui repose sur la **complémentarité entre moyens de production** (nucléaire, hydroélectricité³⁶, centrales thermiques à flamme, éolien, photovoltaïque, énergies marines...), les **effacements** et les **effets de mutualisation et de foisonnement permis par les réseaux électriques**, facilitateurs de la transition énergétique. Des évolutions non coordonnées de ces paramètres, fondées sur des partis pris technologiques, et dans une temporalité fixée indépendamment des temps d'adaptation du système électrique, ne doivent pas remettre en cause cette exigence.

→ Bien qu'en France les émissions de CO₂ de l'électricité pèsent peu par rapport à celles de l'ensemble des énergies³⁷, des évolutions du mix électrique conduisant à recourir de façon accrue à des productions fortement émettrices de CO₂ dégraderaient le bilan carbone de la France au regard des enjeux climatiques.

→ **Le solde exportateur net d'électricité** de la France constitue à la fois un bénéfice économique, de l'ordre de 2 Md€ par an actuellement, et un bénéfice environnemental pour l'Europe, le contenu carbone de l'électricité produite en France étant 7 fois inférieur au taux moyen européen³⁸. Ce double bénéfice doit être préservé.

→ **Les décisions de politique énergétique doivent rester suffisamment flexibles** et garder des options ouvertes, afin de permettre une combinaison économiquement optimale entre capacités existantes et nouvelles capacités, en fonction de la façon dont se préciseront progressivement les paramètres-clés :

- **compétitivité du nucléaire en exploitation, progrès des technologies renouvelables et économie du stockage ;**
- **performance de l'efficacité énergétique, du pilotage et de l'effacement des consommations ;**
- **déploiement des réseaux intelligents;**
- **comportement des consommateurs et développement de l'autoconsommation.**

→ **Les réseaux occupent un rôle-clé dans les transitions du système électrique.** Supports physiques des échanges, ils doivent être maintenus à un niveau d'excellence permettant d'accueillir les productions renouvelables et d'intégrer des dispositifs de pilotage de plus en plus sophistiqués. Ils doivent bénéficier d'un cadre permettant une planification appropriée des investissements, en particulier dans l'innovation, qui se traduit tant sur le plan technologique que sur celui de l'évolution des métiers et des compétences. **Au-delà de leur rôle d'acheminement de l'électricité, les réseaux rendent de nombreux services pour permettre la transition énergétique :** les méthodes de tarification doivent en tenir compte, dans une perspective de **reflet des coûts, d'équité** et de juste répartition de la valeur des services rendus pour la collectivité entre les utilisateurs du système électrique.

36. Dans leur livre blanc 2017 sur l'hydroélectricité, l'UFE, le SER et France Hydroélectricité ont rappelé que l'hydroélectricité était aujourd'hui à la croisée des chemins et formulé des propositions pour donner un nouvel élan à la première des énergies renouvelables électriques.

37. L'électricité représente en France 25 % de la consommation d'énergie finale mais seulement 7 % des émissions de CO₂ liées à l'énergie (source SDES).

38. L'électricité produite en France émet 50 gCO₂/kWh, contre 350 gCO₂/kWh pour la moyenne européenne (source AIE).

L'IMPORTANCE DES ENJEUX SOCIAUX NÉCESSITE UNE APPROCHE RESPONSABLE IMPLIQUANT LES POUVOIRS PUBLICS, LES BRANCHES SECTORIELLES ET LES TERRITOIRES CONCERNÉS

→ La transition écologique peut constituer une **opportunité créatrice d'emplois** dans l'ensemble de l'économie, jusqu'à 360.000 emplois grâce en particulier au transfert d'une partie de la fiscalité pesant sur le travail vers une fiscalité sur les énergies carbonées, très majoritairement importées³⁹. Il convient toutefois d'être attentif aux raccourcis qui pourraient être faits et d'avoir en particulier conscience que ces emplois ne sont pas spécifiquement des emplois dans le secteur de l'énergie mais sont distribués dans une grande variété de secteurs de l'économie.

→ Le développement de nouvelles capacités de production dans les EnR entraînera la création d'emplois, dont une part significative correspond à la phase d'investissement ou d'installation de ces capacités, qui sera particulièrement soutenue d'ici 2030. Ces créations d'emplois seraient susceptibles de compenser en volume des pertes d'emplois qui auraient lieu par ailleurs, mais il serait trompeur de mettre sur un même plan des emplois existants dont l'avenir peut être questionné avec des emplois potentiels dont la création effective dépendra de nombreux facteurs. De plus, le rythme des créations et le rythme des diminutions d'emplois ne vont pas spontanément correspondre. La réalisation concrète de ce potentiel d'emplois, portée par une dynamique de développement en France mais également à l'étranger, dépendra en particulier de la **cohérence industrielle de la politique énergétique nationale** qui doit être une politique d'offre aussi bien que de demande et doit encourager **l'innovation**.

→ Par ailleurs, les emplois créés et les emplois détruits ou transformés diffèrent assez largement dans les compétences mobilisables, la répartition territoriale, et ne sont a priori pas facilement transférables. Par conséquent, au-delà des projections au niveau national, les évolutions devront être anticipées et accompagnées, y compris financièrement, en distinguant les différents bassins d'emplois concernés, et en prenant compte dans cette approche locale les effets sur les emplois induits. **La question de la formation professionnelle, des reconversions et des parcours professionnels des salariés concernés est également majeure**, car des compétences nouvelles seront requises pour répondre aux emplois créés, d'autant que ceux-ci seront en partie dans des activités à un périmètre plus large que l'électricité, comme les **services à l'efficacité énergétique, le bâtiment...**

→ Il est donc essentiel **d'engager la démarche prospective de l'emploi**, d'ailleurs prévue dans l'article 182 de la loi de 2015, en associant les différents acteurs concernés : Etat, régions, branches professionnelles, entreprises, fédérations syndicales. Cette démarche nationale pourrait servir de données d'entrée aux **contrats de transition écologique (CTE)** qui seront déployés dans les territoires.

Au moment où se décide l'avenir énergétique de l'Europe et de la France, d'une part avec les négociations autour du paquet « une énergie propre pour tous les Européens », d'autre part avec les débats de politique climatique et énergétique en France, **l'UFE appelle à se mobiliser pour réussir la transition écologique et solidaire**.

Pour cela, l'UFE insiste sur la nécessité d'une **vision d'ensemble pragmatique, réaliste et ambitieuse, qui repose sur trois principes** :

- **l'efficacité climatique et économique**, consistant à privilégier les choix et les mesures concrètes les plus efficaces pour sécuriser l'atteinte des objectifs ;
- la prise en compte de la **temporalité des décisions**, tenant compte des incertitudes et des ruptures technologiques à venir, du temps d'adaptation des filières industrielles concernées et de la complémentarité avec les trajectoires énergétiques des autres pays européens ;
- la prise en compte à leur juste mesure des **enjeux d'emploi et de compétences** dans une logique de développement de **filières d'excellence** au service d'une politique de l'emploi.

Cet effort d'anticipation et d'accompagnement est possible, mais il nécessite que se mobilisent les pouvoirs publics, les branches professionnelles, les collectivités et acteurs des territoires pour que soit définie une trajectoire équilibrée du mix énergétique, qu'elle soit accompagnée des évolutions réglementaires nécessaires, d'un effort de soutien au développement des projets et à l'accompagnement des entreprises et des salariés à la hauteur des enjeux.

39. CIRED, Evaluation macro-économique de la trajectoire bas carbone de l'UFE avec IMACLIM-R (Fr), 2017.

Maquette et design : UFE

Crédit photos : Fotolia - Steckdose mit Globus ©Henry / Young caucasian man charging electric car at charging station, Caucasian worker of wind farm working, Electrician working on electric power pole, ©VIGE. co / Electricity Generation Station Industry, Professional Electrician Electricity ©mast3r / modern innovation and technologies for nature conservation © tackgalichstudio / groupe ©Julien Eichinger/ Business Seminar Concept © robu_s/ Construction Worker character vector design © yindee / Renewable energy concept flat design © natcha29 / Eco energy brochure design. Vector illustration © auspicious © natcha29



Union Française de l'Électricité
3 rue du 4 septembre - 75002 Paris
+33 01 58 56 69 00
www.ufe-electricite.fr
@ufelectricite