

LE RÔLE MOTEUR DE LA FILIÈRE ÉLECTRIQUE DANS LA RÉINDUSTRIALISATION

POUR LE MAINTIEN D'UN LEADERSHIP MONDIAL DANS LE DOMAINE DES RÉSEAUX ÉLECTRIQUES

LES OBJECTIFS DE LA FILIÈRE DES RÉSEAUX ÉLECTRIQUES

L'accélération de la transition énergétique et la concrétisation des différentes politiques et programmes de réindustrialisation aux niveaux européen et français constituent une opportunité de création d'emplois et d'ouverture de nouveaux sites industriels pour la filière des réseaux électriques. En effet, l'atteinte de la neutralité carbone requiert un déploiement massif de nouvelles capacités de production d'énergies renouvelables qui devront être connectées sur les réseaux de transport et de distribution. Plus largement, l'optimisation économique et climatique des différents moyens de production sur la plaque européenne nécessite également de renforcer les échanges transfrontaliers qui se matérialisent concrètement par l'accroissement du nombre d'interconnexions. Au-delà de l'évolution du mix de production, la bonne santé des réseaux constitue une condition *sine qua non* à l'électrification des usages, dans tous les secteurs (mobilité, bâtiment, agriculture, industrie et hydrogène) et à un rythme compatible avec la trajectoire de la Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC). La concrétisation de la réindustrialisation et de la décarbonation de l'industrie implique tout particulièrement une augmentation du raccordement

des sites industriels aux réseaux de transport et de distribution.

Parallèlement à cet immense défi, les gestionnaires de réseaux mobilisent une partie de leurs ressources pour poursuivre le renforcement nécessaire des ouvrages en vue de l'électrification des usages, la modernisation et la résilience des réseaux électriques, la numérisation des équipements et pour optimiser la gestion du flux électrique via le développement des *smart grids*. Enfin, comme toute filière consommatrice d'énergies et de matières, les enjeux d'atténuation et d'adaptation au changement climatique concernent également les gestionnaires de réseaux et leurs tissus industriels associés.



LES PRINCIPAUX RISQUES ET OPPORTUNITÉS

Adapter la filière aux enjeux de demain...

Renouvellement et enfouissement des lignes, numérisation des équipements et renouvellement des outils informatiques, raccordement des nouveaux moyens de production, développement des interconnexions, accueil de nouveaux usages, décarbonation de sites industriels : faire face à ces besoins essentiels nécessite des investissements massifs. La question d'une anticipation des investissements, afin d'être en mesure de répondre aux besoins, pourrait se poser, à la fois pour les gestionnaires des réseaux de transport et de distribution et pour les fournisseurs de matériels.

Dès lors, une estimation précise des besoins des réseaux sur plusieurs décennies est clé, afin de pouvoir permettre les mutualisations, d'anticiper les développements et de limiter les coûts échoués. Ce sont les rôles des documents de planification comme le Schéma décennal de développement du réseau (SDDR) pour le réseau de transport et des plans de développement de réseau (PDR) pour le réseau de distribution. Ainsi, dans le cas d'une réindustrialisation profonde, les coûts d'adaptation du réseau d'Enedis détaillés dans le document préliminaire à son PDR¹ sont de 96 Md€ sur la période 2022-2040, répartis entre le raccordement, les systèmes d'information et le maintien du patrimoine, tandis que RTE pourrait investir jusqu'à 80 Md€ sur la période 2035-2050². Plus de 60 % des investissements d'Enedis profiteront directement aux tissus industriels français et européen. Aux côtés de ces grands donneurs d'ordre, la filière industrielle des réseaux électriques est également constituée des équipementiers³ ainsi que des entreprises de travaux de réseaux⁴ qui seront tout autant concernés par la mutation des réseaux que par la transformation du parc de production et le développement de nouveaux moyens d'équilibrage.

Cependant, cette mobilisation de la filière des réseaux est fortement tributaire des signaux de long terme envoyés par la planification écologique du Gouvernement. La filière de l'éolien en mer illustre tout particulièrement ce besoin de planification car la sécurisation des approvisionnements en matière

de raccordement impliquera des engagements contractuels de long terme de la part de RTE. Ces engagements ne seront rendus possibles que si la planification publique des futurs parcs est suffisamment précise et contraignante (volumes, localisations, échéances des projets)⁵. Cette étape est essentielle pour permettre à RTE de conclure ses marchés et de sécuriser la capacité industrielle permettant d'envisager le raccordement des projets prioritaires à mettre en service d'ici 2035 car les créneaux de fabrication, de transport et d'installation des équipements à cet horizon se réservent dès aujourd'hui.



1 Enedis, « Plan de développement de réseau - Document préliminaire 2023 », mars 2023
2 RTE, « Futurs énergétiques 2050 : l'analyse économique », juin 2022
3 Représentés par le GIMELEC et le SYCABEL.
4 Représentés par la FNTP, le SERCE et le SNER.

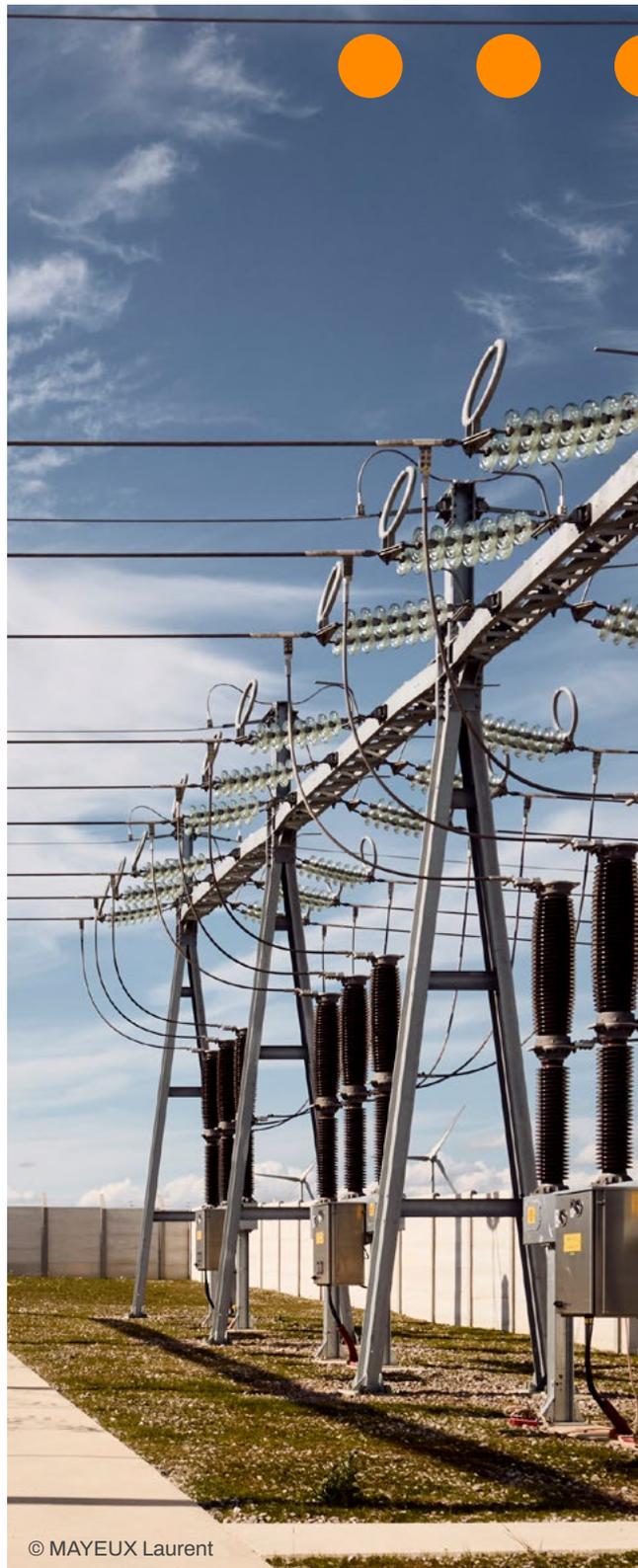
5 Pour plus de précision voir la fiche « Pour une souveraineté dans la filière de l'éolien » de ce même rapport.

En outre, sans investissement rapide et massif dans le recrutement et dans la formation, la filière des réseaux électriques ne sera pas capable de répondre à l'accélération souhaitée. Non seulement celle-ci éprouve d'ores et déjà des problèmes de recrutement depuis de nombreuses années, avec un manque de profils techniques à tous les niveaux d'études, mais elle va devoir fortement augmenter ses recrutements pour faire face aux besoins, avec une perspective de plus de 9 000 emplois supplémentaires d'ici 2030⁶. Afin de répondre à ces besoins de recrutement, la filière se mobilise, à la fois pour attirer et former des professionnels en reconversion, mais aussi et surtout pour « colorer » des diplômés professionnels, c'est-à-dire pour adapter les formations (par exemple les BTS et les Bac Pro) aux besoins en emplois de la filière des réseaux.

Une attention particulière doit également être portée aux sites de fabrication de systèmes, de matériels électriques et de câbles localisés en France pour renforcer la compétitivité et la souveraineté industrielle du secteur des réseaux électriques, dans un contexte de perte de substance industrielle du territoire français dans cette filière historique. En effet, l'importance des développements maritimes et terrestres des réseaux implique, au-delà des capacités industrielles de production ou d'assemblage, d'étudier les dépendances stratégiques européennes sur certaines matières premières ou composants essentiels. Les premiers points sensibles identifiés concernent les tôles magnétiques à grains orientés⁷ mais également les composants électroniques (semi-conducteurs par exemple) de plus en plus nécessaires ainsi que les composants d'électronique de puissance (onduleurs, bornes de charges, postes de courant continu à haute tension). Enfin, certaines capacités industrielles sont d'ores et déjà saturées sur le territoire français comme européen, notamment concernant la fabrication des transformateurs et des postes de distribution. Augmenter la capacité industrielle nationale dans ces activités industrielles est donc une condition de succès de décarbonation.

La filière repose tout particulièrement sur l'importation massive de matières premières comme le cuivre et l'aluminium. Des risques d'approvisionnement seraient à même de ralentir la conception de câbles, composés de métal et de

matières plastiques et plus largement entraîneraient un retard dans le développement des projets. Plus largement, le développement et la modernisation des



⁶ EDEC filière électrique, octobre 2020

⁷ Type d'acier permettant d'optimiser la circulation du champ magnétique et de garantir de bonnes performances aux machines comme les transformateurs ou bien les moteurs électriques.



réseaux électriques constitue une tendance mondiale. L'Union européenne a démarré plus tôt que d'autres régions du monde s'agissant de la mise en œuvre de la transition énergétique, mais certains pays comme les Etats-Unis cherchent à rattraper leur retard en mettant en œuvre des politiques d'investissement incitatives comme l'Inflation Reduction Act. La Chine est quant à elle moins en avance sur les technologies de fabrication de câbles, d'une part car l'électrification du pays est un phénomène plus récent et, d'autre part, car la volonté d'électrifier à un rythme très rapide se matérialise par des choix techniques plus simples comme la pose de câbles aériens et non enterrés.

Enfin, la filière des réseaux électriques doit également contribuer à diminuer ses émissions de gaz à effet de serre. Cet enjeu climatique constitue un défi pour l'ensemble du périmètre des activités de la filière. En effet, à titre d'illustration, les émissions annuelles d'Enedis, qui s'élevaient à 3,8 MtCO_{2eq} en 2022, sont composées pour plus de la moitié d'émissions liées aux achats de biens et de services qui font partie de son scope 3. **Faire face au défi de la dérive climatique nécessite aussi que la filière anticipe les impacts et s'adapte à ses conséquences.** Même si les liaisons souterraines ainsi que les postes électriques sont peu susceptibles d'être affectés par de futures vagues de chaleur, cela n'est pas le cas des lignes aériennes dont la capacité de transit se réduit en fonction de la hausse de la température⁸. La multiplication des tempêtes et le renforcement de leur intensité pourrait engendrer des ruptures de câbles aériens, tandis qu'il pourrait y avoir une multiplication des infiltrations d'eau sur les boîtes de jonction entre les câbles (en particulier les raccords entre les câbles papier imprégnés et les nouveaux câbles synthétiques⁹). Enfin, l'augmentation du risque d'incendie requiert une vigilance et un entretien accru des gestionnaires de réseau aux abords de leurs ouvrages. Dans ce contexte, il convient de trouver le bon équilibre entre lignes aériennes et souterraines, afin de prendre en compte les risques d'incendies et d'inondations, la complexité des travaux, de la maintenance, du dépannage¹⁰, et, plus généralement, afin de maîtriser les coûts¹¹.

8 RTE, « Futurs énergétiques 2050 : l'analyse économique », juin 2022

9 Voir à ce sujet la politique de remplacement des câbles en papier imprégné explicitée dans le « Plan de développement de réseau - Document préliminaire 2023 » d'Enedis publié en mars 2023.

10 La mise en place des câbles souterrains nécessite en particulier de prévoir des impédances de compensation au niveau des postes sources pour palier la forte source de réactif.

11 L'enfouissement des câbles est par exemple plus adapté à des modèles de réseaux urbains dont la densité de clients permet de limiter le coût, qu'en milieu rural où le modèle technico-économique est plus incertain.

...En s'appuyant sur l'excellence industrielle française

La France dispose d'un savoir-faire historique en matière de conception des réseaux électriques, par exemple dans l'enfouissement des câbles et dans la fabrication de câbles à très haute tension. Ce savoir-faire a permis de construire un tissu industriel rare avec une main d'œuvre très qualifiée. Cet atout permet tout particulièrement d'attirer les investissements pour localiser les sites de production sur le sol national. Ainsi, **les fabricants de câbles disposent de compétences pointues en France en termes de recherche et développement.** Les principaux axes de recherche portent sur l'allongement de la durée de vie des câbles ainsi que sur la baisse des coûts de fabrication. Les équipes de recherche et développement s'intéressent également à la conception de câbles à courant continu à haute tension, celui-ci ayant pour avantage de limiter les pertes en ligne sur de longues distances et donc d'être idéal pour certaines interconnexions ou pour le raccordement de parcs éoliens en mer. Plus largement, **la maîtrise d'une technologie permet de faire la différence au niveau mondial**, à l'image de la fabrication de câbles dynamiques sous-marins pour les éoliennes flottantes, permettant d'aller plus profondément sous les mers et avec de plus grandes longueurs. En ce sens, la généralisation aux niveaux européen et international de normes résultant d'une innovation déjà en place en France constitue tout particulièrement un avantage compétitif.



© MARCON Antoine



Cependant, pour répondre aux besoins liés à la transition énergétique, la production mondiale de cuivre des 20 prochaines années devrait être équivalente à celle des 120 dernières années¹². Dans ce contexte, la France qui ne produit plus de cuivre sur son sol depuis 25 ans, se retrouve contrainte d'importer cette matière première pour fabriquer ses câbles électriques, ce qui pèse lourd dans le déficit commercial national. Or, la demande mondiale va croître, générant des tensions sur la production avec un triple enjeu sur le prix, le recyclage et l'acceptation sociale. Afin de détendre les tensions sur les approvisionnements en cuivre à l'échelle française, la sécurisation de l'approvisionnement auprès de mines de cuivre est primordiale ainsi que l'amélioration des capacités de recyclage et la quantification des gisements de cuivre secondaire pouvant les alimenter (réseau téléphonique cuivré historique par exemple). **Une autre solution pourrait être de privilégier la fabrication de câbles à partir d'aluminium plus léger et moins coûteux,** néanmoins sa résistivité électrique étant 1,6 fois supérieure au cuivre, il serait nécessaire de compenser cette caractéristique technique par une augmentation de la section des câbles, ce qui augmenterait les pertes thermiques et donc les coûts et les émissions de gaz à effet de serre associés.

Face à ce constat, la filière des réseaux pourrait être confrontée à des enjeux accrus de concurrence internationale se traduisant par la fermeture d'usines. Or, le poids et le volume des câbles en fait une marchandise peu intéressante pour le transport longue distance¹³. **Les usines de fabrication des câbles sont donc implantées au plus près de leur site d'utilisation,** suivant une logique par pays pour les câbles utilisés dans les bâtiments, ou une logique par plaque continentale pour les câbles haute et très haute tension. Ainsi, pour des raisons logistiques, un câble ne sera jamais importé de Chine pour être installé en France. **Enfin, le transport des câbles en France se fait principalement par les voies portuaires et fluviales, réduisant fortement les émissions de gaz à effet de serre par rapport au transport terrestre.**

¹² BRGM

¹³ Un câble coûte environ 5 €/kg, contre 15 €/kg pour une voiture par exemple. Les câbles sont transportés par tourets de 50 à 100 tonnes, soit entre 1,5 et 3 km de câbles. Source : Prysmian.



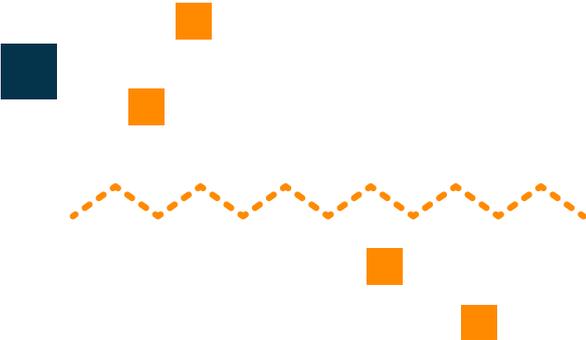


LES RECOMMANDATIONS DE L'UFE

- X** Poursuivre le dialogue entre les pouvoirs publics, les gestionnaires de réseaux et les équipementiers de la filière pour :
- **Mettre en place un cadre réglementaire afin que les opérateurs de réseaux puissent anticiper les besoins d'investissement** pour les zones industrielles privilégiées et les zones à fort développement de production décentralisée, voire pour les localisations anticipables de stations de recharge.
 - **Augmenter la visibilité des plans de charge pour les équipementiers de la filière et les inciter à investir de manière anticipée via des engagements de long terme.** Pour favoriser leurs investissements, les fabricants de matériels de réseaux, de câbles et de leurs accessoires de raccordement souhaitent des engagements mutuels sur une durée longue de 10 ans, avec les donneurs d'ordres publics, sous la forme par exemple de contrats-cadres de longue durée ou de partenariats publics / privés institutionnalisés.
 - **Accompagner la création sur le territoire national de 5 à 10 nouvelles usines** de fabrication de postes, préserver et développer les dernières usines de fabrication de transformateurs, et inciter à la création de nouvelles capacités de fabrication des composants de base du système électrique.
 - **Soutenir l'implantation d'une usine spécialisée dans la fabrication de câbles électriques sous-marins sur le territoire national.** Cela permettra d'accroître la souveraineté française sur

toute la chaîne de valeur et d'accueillir sereinement la cinquantaine de parc d'éoliennes en mer prévue à l'horizon 2050¹⁴.

- **Réduire les émissions de gaz à effet de serre du scope 3 des gestionnaires de réseaux**, via la généralisation de critères mieux-disants dans les consultations de travaux portant par exemple sur l'utilisation de véhicules et d'engins de chantier électrifiés et la réutilisation sur place des terres excavées. Sur ce dernier point, il pourrait être pertinent de faire évoluer les guides de travaux utilisés dans les communes par les gestionnaires de voirie afin de favoriser le réemploi des remblais.
- **Renforcer la durée de vie des infrastructures réseaux**, permettant ainsi d'optimiser les besoins d'investissements croissants et cycliques dans le réseau électrique tout en permettant de garantir une bonne qualité de service pour les clients.



¹⁴ À titre d'illustration, le câble permettant le raccordement du parc d'éoliennes en mer de Saint-Nazaire a été fabriqué en Italie et en Finlande.



- 
- 
- ✘ **Renforcer le recyclage du cuivre, améliorer la traçabilité du cuivre recyclé et inciter à son utilisation dans les commandes publiques¹⁵.**
 - ✘ **Inclure l'aluminium dans le périmètre du Critical Raw Materials Act publié récemment par la Commission Européenne.**

- ✘ **Soutenir l'initiative lancée en 2023 de l'Ecole des Réseaux pour la Transition Ecologique qui fédère la filière.** Pour cela, intégrer le domaine des réseaux électriques de manière explicite dans les dispositifs des « métiers d'avenir » (Appel à Manifestation d'Intérêt Compétences et Métiers d'Avenir notamment), et dans le déploiement des Campus des métiers et des qualifications.



¹⁵ Pour plus de propositions, voir CGEDD et CGE, « Les filières de recyclage de déchets en France métropolitaine, rapport remis à Madame la Ministre de la Transition écologique et solidaire », janvier 2020.

