EMPLOI ET DECARBONATION, FOCUS SUR LA PRODUCTION D'ÉNERGIE SOLAIRE ET ÉOLIENNE

Mai 2026

DANS LE CADRE DU
PLAN ROBUSTE POUR L'ECONOMIE FRANCAISE



© Yann Arthus Bertrand - France un album de famille - 2026
www.yabstudio.fr

LE THINK TANK DE LA
TRANSITION BAS CARBONE

THE SHIFT PROJECT

Table des matières

Présentation de la démarche Réussir la transition dans l'incertitude .....**Erreur ! Signet non défini.**
Rédactrices 5
Méthode 5
Remerciements 6
Synthèse 7

I. Contexte et périmètre 8
II. Une croissance massive des emplois pour développer les énergies renouvelables dans les délais 8
A. Des besoins chiffrés selon chaque région et son mix énergétique 8
B. Des fortes variations d'effectifs selon les phases de déploiement concentrées chez les sous-traitants 10

III. Des besoins bien repérés sur des profils rares 12
A. Des compétences pointues principalement pour l'éolien en mer 12
B. Des risques de pénuries sur des profils-clés de techniciens 13

IV. Des stratégies d'acquisition des compétences confrontées à une concurrence multiforme 14
A. Recruter ou sous-traiter ? 14
B. Un potentiel de mobilité au sein des secteurs énergétiques 14
C. Des recrutements confrontés à de nombreux freins 15

V. Le cas du raccordement au réseau : la filière se prépare mais pas encore au rythme requis 16
A. Une planification en filière qui facilite l'identification des besoins de recrutement et formation 16
B. La formation se mobilise dans les régions 17
C. Des initiatives pour accélérer le rythme d'adaptation des formations aux besoins de déploiement 18
Bibliographie 20

Présentation de la démarche Réussir la transition dans l'incertitude

Dans un contexte énergétique et climatique contraint, la réussite de tout projet économique pour la France est conditionnée au succès de la décarbonation : celle-ci redonne de la liberté d'action et devient une condition de notre souveraineté.

Le rapport **« Réussir la transition dans l'incertitude »** constitue la première brique technique du Plan Robuste pour l'Économie Française (PREF) du Shift Project, un travail transverse, collectif et inédit financé par plus de 30 000 donateurs et porté depuis plus d'un an par des milliers de membres des Shifters – nos bénévoles –, et de professionnels engagés. Un livre de synthèse sortira le 14 octobre prochain en librairie.

Du Plan de transformation de l'économie française (PTEF) au Plan robuste pour l'économie française (PREF)

En 2021, le Shift Project présentait son Plan de Transformation de l'Économie Française (PTEF), un ensemble de 15 rapports thématiques et d'une synthèse proposant des mesures concrètes pour réduire de 5 % par an les émissions de gaz à effet de serre de la France. Cette feuille de route réaliste et chiffrée de notre décarbonation veillait à la cohérence entre l'énergie bas-carbone disponible, les emplois nécessaires et la réduction de nos émissions nationales au bon rythme.

Cependant, notre plan supposait en filigrane un contexte stable et prévisible, sans explorer les risques liés à l'échec partiel ou total de certaines mesures. L'étude « Réussir la transition dans l'incertitude » réinterroge les analyses et recommandations du PTEF à l'aune des probables chocs, perturbations et aléas des 25 prochaines années. Notre objectif est de sécuriser la transition en tenant compte du fait que le monde sera incertain, et que les acteurs français ne pourront pas tout maîtriser dans les décennies à venir.

Pourquoi un plan robuste ?

La robustesse désigne la capacité d'un système à remplir ses fonctions malgré un certain nombre d'aléas extérieurs. Pour le Shift Project, rendre la décarbonation robuste signifie augmenter les chances qu'elle se réalise malgré les aléas des 25 prochaines années.

« Réussir la transition dans l'incertitude » : la méthode Shift en 20 chantiers

Notre analyse plonge au cœur de 20 grands chantiers, ceux sans lesquels la transition bas-carbone ne réussira pas : dans les **transports** (déploiement du vélo, extension des transports en commun, généralisation de la voiture électrique sobre, massification du train, décarbonation de l'aérien via les SAF et réduction du trafic, relance du fret ferroviaire et électrification des camions), le **logement** (rénovation massive et déploiement des pompes à chaleur), le **numérique** (maîtrise des centres de données), l'**industrie** (acier et hydrogène bas-carbone, captage et séquestration de CO_2), l'**agriculture** (réduction sélective des cheptels bovins, gestion durable de l'azote, préservation des puits de carbone naturels) et l'**énergie**

(prolongation du nucléaire historique, lancement des EPR2, déploiement accéléré des renouvelables et des bioénergies durables).
Sans être exhaustifs, les chantiers retenus couvrent une large partie des enjeux de décarbonation et illustrent l'ensemble des familles d'actions que la France doit mener et accélérer.

Quels choix face aux incertitudes ? Une analyse de robustesse pour sécuriser la transition

Nous avons mené une analyse de robustesse imaginant des trajectoires dégradées de décarbonation, pour mieux les éviter. Ces trajectoires chiffrées ont été construites à partir de variantes – en termes d'émissions de GES, de consommation d'énergie, de cuivre, et d'emploi - supposant des issues plus ou moins optimistes pour chaque chantier.

La cartographie des possibles obtenue montre que la France peut encore réussir sa décarbonation à condition d'en faire une priorité absolue dès le prochain quinquennat, et de mener de front tous les chantiers majeurs. L'électrification massive des équipements est incontournable et demandera une hausse de la production bas-carbone (nucléaire et renouvelables), mais aussi une maîtrise de la consommation énergétique (carburants liquides, gaz, électricité) pour éviter les conflits d'usages, et une transformation profonde des compétences et de l'emploi.

La focale Emploi et formation dans la Transition Robuste

Dans un dialogue continu entre experts sectoriels et emploi-formation du Shift Project, ce travail esquisse les conditions de réussite des trajectoires projetées jusqu'en 2050 en matière de professionnels qualifiés à recruter et former, mais aussi en termes de transformation des emplois actuels.

Cette analyse vient éclairer des conditions de robustesse de la décarbonation au regard de la capacité à mobiliser les professionnels actuels et à venir qui mettent en œuvre cette grande transformation. Si les secteurs et territoires savent en relever les défis, elle peut aussi leur apporter des opportunités d'emplois satisfaisants, apprenants et pérennes.

Rédactrices

Cécile de Calan, ingénieure projet experte Formation et emploi

Vinciane Martin, coordinatrice du programme Emploi et formation

Méthode

Cette note s'appuie sur une revue de littérature (voir Bibliographie en fin de note) et des entretiens qualitatifs semi-directifs menés auprès de 14 professionnels du secteur ou en lien avec le secteur.

Les éléments recueillis en entretien ont été soumis à une analyse thématique à partir d'une grille commune reprenant les enjeux identifiés, les initiatives mise en place, les projets à venir.

La quantification du besoin d'emploi pour la décarbonation s'appuie sur un outil de simulation développé par The Shift Project, présenté dans le rapport « Réussir la transition dans l'incertitude » (The Shift Project, avril 2026 ; voir Partie 2). Les modèles sectoriels de cet outil permettent d'estimer le volume d'activité productive : nombre de trains à conduire, de parcs éoliens à construire, etc. Le modèle d'évaluation emploi s'appuie sur ces volumes, auxquels il applique des intensités emplois i.e. un nombre d'emplois par unité d'activité : nombre de travailleurs par train à conduire, par parc à construire, etc. Cela permet d'en déduire un besoin d'emplois, par secteur et par an.

L'estimation de l'évolution du besoin d'emploi dans le cadre de la décarbonation s'appuie sur la trajectoire de décarbonation du secteur et ses variantes. La trajectoire d'emploi rend compte de trajectoires de décarbonation dont le degré d'ambition et de réussite varie ; mais qui correspondent bien à une transformation bas carbone des secteurs considérés. Cela ne signifie pas nécessairement que le secteur a aujourd'hui initié sa décarbonation telle que projetée par le Shift Project. Ces estimations rendent compte du besoin d'emploi pour suivre une trajectoire de décarbonation, et des effets de la décarbonation sur le nombre d'emplois. Elles n'incluent pas d'enjeux ou évolutions autres que la décarbonation[1].

La note a été soumise à la relecture des experts consultés et des spécialistes du secteur au sein du Shift Project.

[1] Elles ne tiennent pas compte d'éventuels gains de productivité du travail liés par exemple à l'automatisation ou l'intelligence artificielle ; ou d'évolutions de marché liées par exemple à la concurrence internationale.

Remerciements

Les rédactrices remercient chaleureusement toutes les personnes qui ont donné du temps lors d'un entretien, ou par des relectures et commentaires :
Christophe Béguinet (CFDT Energie Chimie), Thomas Bourdeau (Enedis), Patrick Cazenobe (RTE), Thomas Clochon (Syntec Ingénierie), Eric Descazes (Syndex), Antoine Durand (Réseau Action Climat), Dara Jouanneaux (Syndex), Sarah Kalenzaga (Afpa), Denis Larché (DREETS Pays de la Loire), Marie Melin (DREETS Occitanie), Brice Philippe (Région Grand Est), Linda Radi (Afpa), Alexandre Siné (Enedis), Laurent Smagghe (CGT), Sylvain Zuber (SECAFI).

Merci à nos collègues Alexandre Barré, Clément Caudron et Nicolas Raillard du Shift Project qui ont contribué à ce travail par leur éclairage expert, leurs conseils ou leur relecture avisée.

Un grand merci aussi à Yann Arthus Bertrand et ses équipes pour nous avoir permis d'utiliser ses photographies, prises dans le cadre de son exposition « France un album de famille », pour les couvertures de nos notes d'analyses.

Les interprétations, positions et recommandations figurant dans ce rapport ne peuvent être attribuées ni aux contributeurs, ni aux relecteurs. Le contenu de ce rapport n'engage que The Shift Project.

Synthèse

	Emploi actuel (données Ademe 2023)	Évolution attendue
Photovoltaïque	**25 500 emplois**	**+ 140 %** en 2050 (résultats provisoires TSP) avec une **forte hausse dès 2026-2030** (PPE3)
Éolien terrestre	**23 600 emplois**	
Éolien en mer	**7 900 emplois**	
Réseau électrique *(source : Ecole des Réseaux)*	**66 000 emplois en 2023**	**+ 40 %** en 2030

Recrutement

- Des besoins considérables pour **l'ingénierie et la construction**, puis plus durablement mais sur des volumes plus faibles pour **l'exploitation et la maintenance**
- **Des besoins très localisés** : sur les littoraux pour l'**éolien en mer**, dans le Sud et l'Est pour le **photovoltaïque**, dans les Hauts-de-France et le Grand-Est pour l'**éolien terrestre**.

Formation

Besoins de compétences

- Habilitations électriques
- Compétences pointues et nouvelles pour l'**éolien en mer**

Offre de formation

- L'offre n'est pas localisée dans les territoires où les EnR se développent
- Délai de **4 à 7 ans** pour déployer de nouvelles formations

Niveau de préparation du secteur

- **Coexistence de grands acteurs** avec des pratiques RH en place, **et d'acteurs émergents** plus petits qui peinent à s'organiser en branche constituée avec des conditions attractives
- Un fort recours à la **sous-traitance** pour les besoins de main d'œuvre, elle-même tributaire de visibilité sur les commandes pour anticiper ses recrutements

Risques



- **Retards du fait de pénuries sur certains profils** : techniciens et ouvriers d'installation et de maintenance, soudeurs, électromécaniciens, ingénieurs de projet
- **Goulets d'étranglement** sur les emplois des services instructeurs et du **raccordement au réseau**
- **Concurrence** entre secteurs énergétiques et les industries navales, de défense, de métallurgie et la construction
- **Localisation complexe avec des pics dans le temps** (surtout pour les bureaux d'études et travaux publics) qui nécessitent un bon échelonnement des chantiers et une gestion anticipée des parcours

Leviers



- **Potentiel de reconversion depuis les énergies fossiles** vers les renouvelables
- **Cap stratégique clair à long terme** comme la PPE nationale, ou régionale en Occitanie
- **Action en filière** : exemple de la FIERE avec l'Ecole des réseaux électriques qui planifie et organise des réponses de promotion des métiers, formation initiale et continue, et insertion

Impératif de recroiser planification de filière et besoins territorialisés

I. Contexte et périmètre

Le fort déploiement des énergies éoliennes et solaire depuis 20 ans doit se poursuivre pour répondre aux besoins supplémentaires en électricité bas-carbone. Le potentiel de la biomasse-énergie reste limité et celui du nouveau nucléaire ne pourra y pourvoir qu'en partie et pas avant 2038 (voir pour plus de détails). Pour nous assurer que les ressources humaines seront disponibles chez les différents employeurs de ces filières, la présente note se penche sur :

- **Le personnel d'étude-conception** (développeurs), **de construction et maintenance des installations** solaires (tous types), éolien terrestre, éolien offshore ;
- **Le personnel nécessaire au raccordement** au réseau électrique.

De façon indirecte, nous étudions l'adéquation des effectifs requis pour l'instruction des dossiers par les services de l'Etat, dont les délais particulièrement longs en France sont un point de blocage majeur, et dans les tribunaux administratifs pour le traitement des contentieux qui se systématisent (en particulier pour l'éolien terrestre).

Nous ne traitons pas ici des personnels de fabrication des équipements, réalisée principalement hors de France pour l'éolien et le solaire, même si sa relocalisation peut répondre à des enjeux de souveraineté. Les quelques projets identifiés à date de rédaction en région Grand Est, à Fos ou dans l'estuaire nazairien montrent la nécessité de politiques industrielles claires à long terme pour réaliser leur potentiel de création d'emplois. Les besoins d'emploi liés au recyclage des équipements et aux énergies renouvelables non électriques ne sont pas non plus couverts dans la présente étude.

II. Une croissance massive des emplois pour développer les énergies renouvelables dans les délais

A. Des besoins chiffrés selon chaque région et son mix énergétique

Les énergies renouvelables emploient 57 000 personnes en 2023, dont 25 500 dans le solaire photovoltaïque, 23 600 dans l'éolien terrestre et 7 900 dans l'éolien en mer[2], cette dernière filière est encore émergente alors que le développement des précédentes est déjà bien amorcé.

Le développement de la production électrique n'aura lieu qu'à condition d'un effort de recrutement considérable, en particulier dans les renouvelables solaire photovoltaïque et éolien. Le système électrique représente aujourd'hui 270 000 emplois directs[3]. L'atteinte

[2] Observ'ER, *Le baromètre 2024 de l'électricité renouvelable en France*.
[3] Emplois de la production d'électricité (phases d'investissement et d'exploitation-maintenance) et des réseaux électriques. Sources : GIFEN (Programme Match), Ademe, Ecole des Réseaux, UFE.

des trajectoires hautes[4] (voir le détail des variantes p 233-234) s'appuie sur un effort de recrutement considérable déjà en cours pour le solaire photovoltaïque, l'éolien terrestre et en mer, et le déploiement du nouveau nucléaire (Figure 1), ce dernier n'étant pas développé dans la présente note[5].

Pour le photovoltaïque et l'éolien, cela représenterait pour un niveau de déploiement souhaitable une hausse de 140 % des effectifs par rapport à aujourd'hui (+68 000 emplois), en supposant que la part de fabrication des éoliennes et des panneaux solaires sur le sol français reste stable[6]. Ces résultats peuvent être considérés comme un plancher minimal[7] : la Programmation pluriannuelle de l'énergie 2026-2035 (PPE 3) estime le besoin d'emplois supplémentaires dans l'éolien et le photovoltaïque à 64 000 dès 2030[8].

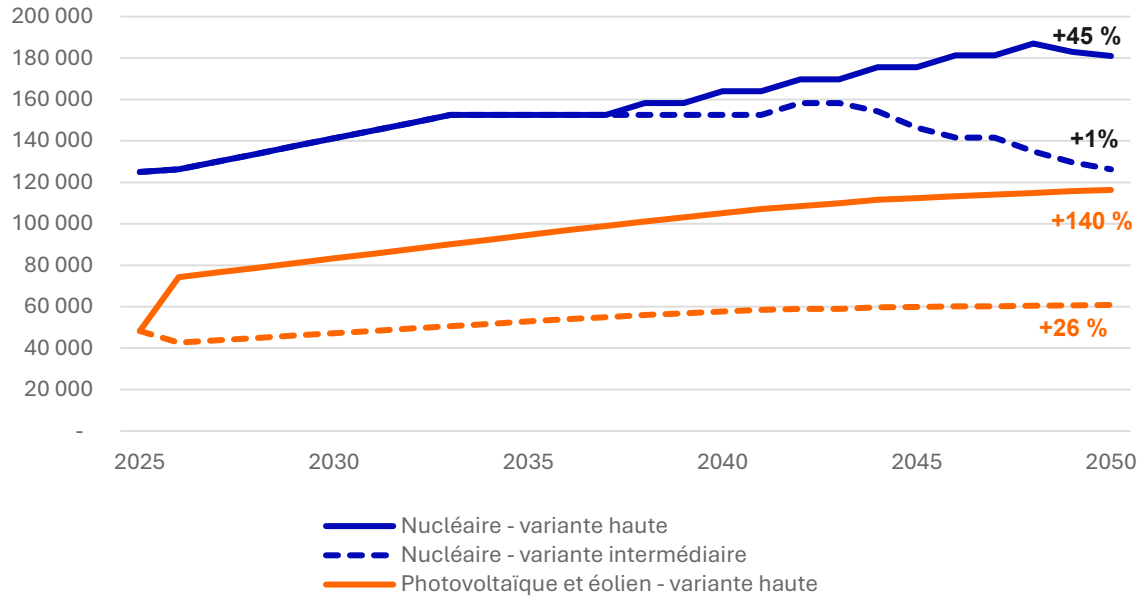


Figure 1 - Evolution du besoin en emploi de la production électrique selon différentes trajectoires de décarbonation (ETP), The Shift Project

Les besoins se concentrent sur les emplois en conception et construction, puis maintenance des infrastructures. Ils sont en partie réalisés par des acteurs des travaux publics, ou plus spécifiquement l'industrie navale pour l'éolien flottant.

---

[4] Une **variante haute** correspond au plein déploiement du chantier en question, à son potentiel maximal. Toutes les variantes hautes ne sont pas forcément atteignables simultanément. Une **variante intermédiaire** correspond à un déploiement partiel du chantier en question, significatif, mais loin toutefois de son plein potentiel.

[5] Pour les hypothèses sur le nucléaire, l'hydroélectricité et les centrales thermiques, voir le rapport complet The Shift Project, « Réussir la transition dans l'incertitude », avril 2026, Partie 2.

[6] Cela dépend des stratégies industrielles de ces filières, non explorées dans le présent rapport.

[7] Ces résultats visent à donner des ordres de grandeur des besoins ; ils n'ont pas été confrontés avec les trajectoires des filières photovoltaïques et éoliennes en mer et terrestres.

[8] *Programmation pluriannuelle de l'énergie 2026-2035*. – en rapportant les projections 2030 à l'emploi estimé pour ces filières en 2023 (Ademe et IN NUMERI, *Marchés et emplois concourant à la transition énergétique dans le secteur des énergies renouvelables et de récupération*.)

La construction d'un parc éolien offshore mobilise sur deux ans un à deux milliers de salariés selon sa puissance. Les achats d'équipements (fondations en métal, câbles, éoliennes) peuvent causer des goulets d'étranglement. Une partie de la fabrication peut être délocalisée. Ce mode de production suppose une coordination sans faille des nombreuses entreprises (273 par exemple pour le parc du Havre-Fécamp) et la disponibilité sécurisée de la main-d'œuvre au bon moment.

Sur la filière des réseaux électriques, non comprise dans nos chiffrages, les emplois s'élèvent à 66 000 en 2023, et devraient croître à 106 000 en 2030 pour répondre aux besoins d'investissement de la filière pour accompagner la transition énergétique et moderniser le système électrique. En ajoutant les nombreux départs en retraite à compenser, cela génère **des besoins de recrutement de près de 10 000 personnes par an en moyenne de 2025 à 2030**, avec une croissance plus forte chez les prestataires et fournisseurs des gestionnaires de transport et de distribution. Les métiers d'exécution (essentiellement des monteurs de réseaux électriques) sont ceux qui vont croitre le plus en volume, avec des besoins de recrutement variables chaque année au gré des investissements, avec un pic en 2030. Les écarts sont prononcés entre régions de l'Hexagone du fait de la forte localisation des EnR sur le littoral pour l'éolien offshore, et dans le Sud et l'Est pour le photovoltaïque[9], et dans les Hauts-de-France et le Grand-Est pour l'éolien terrestre avec des besoins à venir particulièrement élevés en Nouvelle-Aquitaine, Occitanie, Normandie et Ile-de-France. Ici aussi, des enjeux liés à la relocalisation de certaines productions (câbles, etc.) pourraient générer des besoins importants en emplois.

Enfin on relève un goulet d'étranglement au niveau des services instructeurs des DREAL et DDT qui serait notamment dû à un sous-effectif. Dans les retards observés dans les phases amont à l'installation de nouveaux parcs, la généralisation des contentieux interroge également sur la capacité des tribunaux administratifs à traiter des dossiers toujours plus nombreux. La loi d'accélération des EnR de 2023 vise à réduire les blocages mais il est encore trop tôt pour pouvoir en mesurer les effets. Le Haut-Commissariat à la Stratégie et au Plan plaide pour des détachements d'agents instructeurs afin de raccourcir les délais d'instruction et de contentieux[10].

B. Des fortes variations d'effectifs selon les phases de déploiement concentrées chez les sous-traitants

Les emplois dans l'énergie solaire ont déjà connu des fluctuations importantes depuis deux décennies après une période initiale de forte croissance puis une baisse de près de 15 % correspondant à une période de moratoire en 2010 avant de reprendre à la hausse à partir de 2018[11]. La baisse actuelle des prix de gros fait redouter d'autres pertes d'emploi.

Des variations sont à prévoir entre les phases de construction des parcs, et celles d'exploitation et maintenance courantes, avec 10 fois plus de main d'œuvre nécessaire pour

---

[9] Ecoles des réseaux pour la transition énergétique, *Besoins en emplois et compétences de la filière des réseaux électriques*.
[10] Michel Cadot, *Grands projets d'infrastructures : prioriser, simplifier, réussir*.
[11] Observ'ER, *Le baromètre 2024 de l'électricité renouvelable en France*. et SDES

la construction d'un parc éolien en mer par rapport à son exploitation par la suite[12]. **Les variations d'effectifs concernent plus les fournisseurs d'équipements et de travaux que leurs donneurs d'ordre** opérateurs de production, transport et distribution d'électricité, à l'instar du déploiement de la fibre optique.

Parce qu'ils résultent d'une évolution structurelle (électrification des usages) et pas uniquement d'un pic d'activité pour les raccordements, les besoins de recrutement importants de la filière des réseaux électriques devraient se poursuivre a minima jusqu'aux années 2040. Si la GPEC de la filière des réseaux se limite à l'horizon assez proche de 2030, les experts du secteur sont confiants que les besoins de raccordement, auxquels s'ajouteront le déploiement des bornes de recharge et le renforcement de la résilience des réseaux face aux épisodes météorologiques extrêmes s'étaleront sur plusieurs décennies. Les grands gestionnaires des réseaux ont des pratiques établies de gestion des parcours professionnels des salariés qui pourront accompagner les besoins de réaffectation après les pics de raccordement notamment sur des tâches d'exploitation et de maintenance des réseaux.

Ces pics de besoins de main-d'œuvre supposent donc un échelonnement précis des chantiers, voire une certaine mobilité géographique de professionnels-clés pour éviter des répercussions négatives sur les territoires concernés : retards des installations ou pertes d'emploi. Une certaine polyvalence des équipes pour intervenir tant dans l'installation que la réparation, et la prise en compte des enjeux de renouvellement (tous les 20 ans pour l'éolien en mer, 25 ans pour l'éolien terrestre et 30 ans pour le photovoltaïque) et de résilience face au changement climatique, sont également souhaitables.

Les employeurs producteurs, transporteurs et distributeurs d'électricité se disent plutôt confiants face à une baisse des effectifs après les pics de construction et raccordement de nouvelles installations : ils priorisent le recrutement en CDI sur leurs cœurs de métiers pérennes, et tablent sur leur capacité à redéployer les équipes sur d'autres chantiers ou sur des missions plus récurrentes d'entretien et d'exploitation grâce à une polyvalence accrue et une gestion des carrières qui organise des mobilités internes régulières. Comme dans d'autres secteurs, le potentiel de relocalisation de profils ouvriers et techniciens reste sans doute assez limité. **Ce sont donc principalement les entreprises de travaux publics et les bureaux d'études qui vont connaître une baisse des effectifs en fin de construction des infrastructures.** De tailles et cultures RH très variables, leur capacité à anticiper et accompagner les ajustements d'effectif doit être mieux estimée dès la mise en œuvre des chantiers, en particulier par des clauses spécifiques de marché. Pour les bureaux d'études, les profils d'ingénieurs et de techniciens supérieurs sont globalement en croissance, notamment sur les spécialités de génie électrique, ce qui leur offrent des opportunités d'évolution importantes, d'autant plus que ce sont des professionnels plus ouverts à des mobilités géographiques.

[12] Construire l'écologie, « Sur le front industriel de la transition. Réussir la transition écologique dans les filières de l'éolien en mer, des batteries et des pompes à chaleur en France et en Europe ».

III. Des besoins bien repérés sur des profils rares

A. Des compétences pointues principalement pour l'éolien en mer

Plusieurs travaux sont menés pour identifier assez finement les besoins en emplois et compétences avec un premier EDEC de la filière électrique dès 2019, auquel sont venus s'ajouter depuis plusieurs études nationales ou régionales dans le cadre de l'Appel à Manifestation d'Intérêt Compétences et Métiers d'Avenir de France 2030. On peut citer en particulier deux diagnostics de référence :

- Compétences et Métiers des Energies Décarbonées (2022), qui porte sur l'ensemble des filières avec un focus particulier sur l'hydrogène et l'éolien particulièrement en tension, et un repérage des compétences communes (électriques, mécaniques et matériaux) pour lesquelles rechercher des réponses formation multifilières[13] ;
- Les Ecoles des Réseaux pour la transition énergétique (2024) qui analysent finement les besoins de recrutement et formation de la toute nouvelle filière des réseaux électriques pour donner les bases d'un plan d'action détaillé dans la partie V ci-dessous[14].

Les emplois émergents sont en nombre limité : data manager prévisionniste pour le solaire, data scientist, lean manager, pilote de robots et drones pour l'éolien[15] et la maintenance des réseaux. Sur des métiers existants comme celui de cordiste, la détention d'habilitations électriques complémentaire est un pré-requis parfois difficile à satisfaire.

La pose et l'entretien de panneaux photovoltaïques ne requiert pas de compétences difficiles à acquérir, avec toutefois plus de qualification nécessaire pour une installation en toiture et pour l'agrivoltaïsme. En revanche le turnover plus important dans le secteur du BTP suscite un besoin récurrent de remplacements.

Sur l'éolien en mer, les compétences recherchées sont plus complexes sur les spécificités du milieu marin pour la navigation, la sécurité, les risques explosifs, l'instrumentation et l'observation. Pour RTE, des besoins sont en outre identifiés en termes de construction et exploitation des liaisons sous-marines, postes en mer, et stations HVDC[16]. De nouveaux besoins liés aux batteries marines sont en cours de repérage dans le cadre du projet Poséidon [nous sommes preneurs de précision sur ce sujet, ainsi que plus largement sur les besoins de l'éolien terrestre].

De façon transversale, les projets importants en durée et volume financier requièrent pour leur développement des compétences de gestion de projets complexes, *contract management*, juridique, communication et relations avec les parties prenantes (citoyens, administrations) qui ne sont pas assez présentes chez tous les opérateurs, même les plus grands. Dans la phase d'exploitation, le caractère variable de la production et des prix génère des besoins de

[13] EVOLEN et Accenture, *Compétences et métiers des énergies décarbonées*.
[14] Ecoles des réseaux pour la transition énergétique, *Besoins en emplois et compétences de la filière des réseaux électriques*.
[15] France 2030, « DIAGTASE Occitanie ».
[16] High Voltage Direct Current : courant continu haute tension

compétences en pilotage, modélisation (météo, prix), gestion de la data, cybersécurité et intelligence artificielle.

Au-delà des compétences, un expert du secteur souligne l'importance de l'expérience pour réaliser les travaux dans de bonnes conditions. Son absence en matière de construction de fondations pour l'éolien en mer a entraîné des surcoûts. Un parallèle peut être fait dans le secteur nucléaire qui a perdu des compétences qu'il sera long et coûteux de reconstituer.

Les compétences requises par l'adaptation des réseaux électriques au changement climatique ont peu été évoquées dans les entretiens et études que nous avons pu consulter. Des besoins sont repérés en matière de génie civil pour renforcer la résilience des infrastructures ainsi que pour gérer les nouvelles complexités du réseau (flexibilité, intermittence de la production, injections sur le réseau de distribution, batteries, etc.). Sur l'ensemble des métiers, il conviendrait de vérifier comment elles sont prises en compte pour des ouvrages construits pour plusieurs décennies et dont la robustesse impacte le fonctionnement du pays.

B. Des risques de pénuries sur des profils-clés de techniciens

Les énergies solaires et éoliennes sont plus intensives en emplois ouvriers de réparation et d'installation d'équipements et de génie civil que les autres sources énergétiques[17].

Des pénuries sont particulièrement redoutées sur les emplois de techniciens et ouvriers d'installation et de maintenance, soudeurs, électromécaniciens, et d'ingénieurs de projet. Pour l'éolien offshore, les métiers critiques spécifiques sont ceux d'architecte naval et architecte éolien, de pilotes de navire, d'ingénieur turbine et de grutier.

Du côté réseaux, la filière prévoit une hausse d'un tiers des effectifs sur ses métiers-cœurs[18] de 2025 à 2030, et près d'un doublement des ouvriers, tels que les techniciens monteurs de réseaux électriques et les techniciens d'exploitation[19].

À cela s'ajoutent des besoins d'encadrement sur des profils de chefs de chantier en très forte tension, et des spécialistes du génie électrique.

Sur l'ensemble de ces qualifications, les employeurs des filières renouvelables sont en concurrence avec les autres filières énergétiques et les secteurs industriels (naval, défense, métallurgie…) et la construction. Il faudra donc anticiper les conflits d'usage pour les ressources humaines entre les différents secteurs de la décarbonation, et entre ceux-ci et les secteurs plus émetteurs.

---

[17] Raffin et Quirion, « Les scénarios de transition énergétique en France, quel impact sur l'emploi ? »
[18] Les métiers cœurs correspondent à 15 métiers employant 50 000 personnes, parmi lesquels 15 000 monteurs réseaux, 5 000 chefs de chantiers, 3 500 techniciens de maintenance, 3 000 techniciens d'exploitation et 3 000 ingénieurs en génie électrique
[19] Ecoles des réseaux pour la transition énergétique, *Besoins en emplois et compétences de la filière des réseaux électriques*.

IV. Des stratégies d'acquisition des compétences confrontées à une concurrence multiforme

A. Recruter ou sous-traiter ?

L'un des principaux défis des recrutements est de les réaliser sur les territoires concernés, qui sont très ciblés, parfois assez éloignés des viviers d'actifs qualifiés. 3 régions concentrent les plus fortes croissances à horizon 2030 : la Normandie, l'Occitanie et la Nouvelle-Aquitaine[20].

Dans l'éolien en mer, les conditions de travail particulières requièrent un fort investissement initial de formation que les employeurs préfèrent concentrer sur des salariés déjà fidélisés que sur de nouvelles recrues.

Sur certaines expertises pointues et non pérennes, comme les études de dimensionnement, **les grands acteurs du secteur préfèrent recourir à des prestataires externes, faute de compétence en interne**. Les compétences en installation manquent souvent dans les territoires concernés. Mais dans la mesure où elles ne sont pas liées à des postes pérennes, les collectivités et services déconcentrés priorisent leurs investissements en formation et accompagnement des employeurs pour avoir un maximum d'emplois locaux en raccordement et maintenance. Le recours à la sous-traitance est favorisé pour les travaux du simple creusement des tranchées à la délégation d'activités plus larges qui donne aussi au fournisseur une marge d'organisation et d'optimisation supérieure.

France Travail et France Renouvelables ont conclu un partenariat en octobre 2025 pour répondre au défi des 80 000 emplois à pourvoir d'ici 2030. Face aux difficultés de recrutement, les entreprises sont ouvertes à des profils différents, ou recourent à des travailleurs étrangers, notamment originaires d'Europe de l'Est.

B. Un potentiel de mobilité au sein des secteurs énergétiques

Des passerelles vers l'éolien offshore sont identifiées depuis l'exploitation pétrolière et gazière offshore en particulier sur les métiers d'ingénieurs et cadres avec une mise à niveau assez rapide, mais également depuis l'industrie navale[21]. Ainsi sur le site Fos-sur-Mer les différents projets de redéploiement vers des activités industrielles décarbonées, de production d'hydrogène, et de raccordement au réseau haute-tension, pourraient générer près de 1 000 emplois.

Les dernières centrales à charbon pourront offrir un petit vivier de reconversions sous réserve d'échéances assez proches. Ainsi par exemple la fermeture de la centrale à charbon de Cordemais qui emploie 400 personnes a vu sa fermeture décalée de 6 ans par l'actualité géopolitique. Les travaux menés en 2021 devront donc être réactualisés pour anticiper l'impact sur les emplois directs et indirects et préparer leur redéploiement dans l'estuaire de la Loire,

---

[20] Ecoles des réseaux pour la transition énergétique, *Besoins en emplois et compétences de la filière des réseaux électriques*.
[21] EVOLEN et Accenture, *Compétences et métiers des énergies décarbonées*.

zone industrielle bas carbone, où les besoins sont nombreux[22]. Dans la même région, le fabricant d'éoliennes General Electric a dû mener un plan social dans lequel les salariés ont été accompagnés sans que des passerelles particulières vers d'autres emplois des EnR soient activement encouragées.

Des reconversions entre construction automobile et fabrication d'éoliennes ont également été mises en œuvre dans les Hauts de France.

Ces mobilités peuvent être soutenues : Le Fonds de transition juste (FTJ), financement européen géré en régions, peut être mobilisé jusqu'à la fin de 2026 s'il ne fait pas l'objet de prolongation au-delà de son terme actuel. Relevons également l'expérimentation d'une grande entreprise pour élargir et sécuriser ses viviers : POEI[23] sur des profils de niveaux Bac, cursus passerelles pour des profils BTS ou ingénieur chimiste vers l'électricité. Les résultats, sur des effectifs encore réduits, sont satisfaisants en termes d'insertion.

C. Des recrutements confrontés à de nombreux freins

L'absence de cap à long terme sur le mix énergétique a entravé la capacité de préparation du secteur. La PPE3 publiée après deux ans d'attente comprend une clause de revoyure en 2027 et ne prévoit pas de soutien public supplémentaire aux EnR terrestres avant 2028 : cela permet-il de préparer le développement des compétences dans l'éolien et le solaire ? Les volte-face passées sur le photovoltaïque ont échaudé plusieurs acteurs.

La plupart des entreprises de production d'électricité solaire ou éolienne sont rattachées aux conventions collectives des bureaux d'études ou de la construction, et non à celle des industries électriques et gazières (IEG) dont ressortent EDF, RTE ou Enedis. **Ceci entraîne des conditions d'emploi moins favorables dans les EnR que dans les énergies fossiles et nucléaire qui peuvent entraver l'attractivité au recrutement.** De plus l'éolien et le solaire ne bénéficient pas du soutien des syndicats historiquement présents dans les IEG. Cela fait également courir le risque d'une moindre visibilité des problématiques des entreprises hors périmètre IEG comme l'illustre l'exemple de l'observatoire ligérien des compétences industrielles qui ne les recense pas dans son portrait sectoriel régional des besoins de recrutement et de formation[24]. A l'inverse les règles IEG actuelles en matière de temps de travail ou de déplacement ne sont pas adaptées aux spécificités du travail offshore quand celui-ci est réalisé par des entreprises qui y sont soumises.

Sans être une branche constituée, les EnR peinent à adopter une logique de filière pilotée (voir nos recommandations) qui serait sans doute à scinder entre chacun des 3 domaines évoqués ici, dont les emplois, compétences et conditions de travail sont différenciées.

Les risques de concurrence sont également présents avec d'autres secteurs, ou avec les pays frontaliers. Les électriciens, ingénieurs et chefs de chantier sont actuellement très recherchés ne serait-ce que dans les secteurs-clés de la transition écologique abordés dans ce rapport. Si l'ensemble des certifications pertinentes pour la filière électrique forme

---

[22] Ademe, *Etude de quantification des impacts sur l'emploi dans le cadre de la transition énergétique du Pacte de Cordemais*.
[23] Préparation Opérationnelle à l'Emploi Individuelle : dispositif proposé par France Travail pour accompagner un demandeur d'emploi dans un retour à un nouvel emploi
[24] https://www.orci-pdl.fr/domaines/industries-electriques-et-gazieres-services-defficacite-energetique/

annuellement 43 000 jeunes, les employeurs de la filière n'en captent qu'une partie inférieure à leurs besoins. Sur l'éolien terrestre, des salaires inférieurs à ceux de l'industrie, et la pénibilité du travail en grande hauteur sont des freins au recrutement, et au maintien dans l'emploi après 40 ans. L'ergonomie serait un peu meilleure dans les éoliennes offshore plus récentes et spacieuses, mais les conditions de déplacement et travail en mer restent difficiles.

Les sous-traitants de 2nd rang peuvent rencontrer plus de difficultés à recruter, et sont plus exposés au caractère cyclique de l'activité, qu'ils doivent équilibrer avec leurs autres domaines d'intervention. Par exemple les Chantiers de l'Atlantique arbitrent l'allocation de leurs ressources entre leur métier historique de construction navale et l'éolien en mer, qui peut par ailleurs être plus attractif pour les jeunes candidats.

Enfin, on retrouve le déficit historique d'attractivité des emplois industriels et de l'énergie qui doit se traiter dès l'orientation scolaire, avec un souci de développer le remplissage et la mixité dans des filières encore trop masculines. La plateforme d'information sur les métiers des renouvelables est une initiative à saluer pour mieux valoriser les opportunités du secteur et informer sur les formations qui permettent d'y accéder. Le choix des filières professionnelles est souvent un choix par défaut de jeunes qui ne souhaitent pas quitter leur région, même si le photovoltaïque semble plus attractif. De plus les acteurs évoquent une part croissante de jeunes qui veulent poursuivre leurs études au-delà du Bac pro, ce qui oblige à prévoir d'en accueillir plus en anticipation.

V. Le cas du raccordement au réseau : la filière se prépare mais pas encore au rythme requis

A. Une planification en filière qui facilite l'identification des besoins de recrutement et formation

Les employeurs des réseaux électriques disposent d'une visibilité à plusieurs années. Pour le réseau à haute tension qui est géré par RTE, l'existence d'un plan décennal facilite les prévisions de recrutement estimées de 8 à 12 000 par an de 2023 à 2030 en tenant compte des départs à remplacer[25]. Le réseau de distribution est géré par Enedis qui dispose d'un cadre réglementaire (TURPE[26]) et d'un carnet de commandes pluriannuel qui lui permet également d'anticiper ses besoins de recrutement, sauf si les variations de politique publique brouillent les prévisions. Pour la période suivante de 2035 à 2050, un changement d'échelle est prévu par les acteurs. Là encore**, l'enjeu est de bien localiser les emplois** au plus près des besoins liés aux EnR, à la mobilité électrique et au renforcement des réseaux, assez diffus sur l'ensemble du territoire pour Enedis, beaucoup plus localisés pour RTE notamment autour des parcs éoliens en mer. Dans ce second cas, l'emplacement des sites de montage et de maintenance conditionne ensuite celui des plateformes de formation.

Pour monter en puissance suffisamment rapidement, le consortium des Ecoles des Réseaux pour la transition énergétique s'est doté d'un plan d'action ambitieux sur 5

[25] RTE, « Schéma décennal de développement du réseau ».
[26] Tarif d'utilisation du réseau public d'électricité

ans, financé à hauteur de 22 M€. Piloté par Enedis, principal employeur des réseaux électriques, l'un des défis de sa gouvernance est d'arriver à prendre en compte les besoins des 1 700 entreprises, petites et grandes, réunies dans la filière FIERE créée en juin 2025[27].

B. La formation se mobilise dans les régions

La couverture géographique des principaux diplômes proposés en lycées professionnels en 2024 n'est pas alignée avec les territoires dans lesquels les EnR se développent le plus. On constate le même décalage en formation continue avec une répartition inégale entre régions, des dotations insuffisantes en Centre Val de Loire, Pays de la Loire, Normandie et Bretagne[28]. Les programmes régionaux de formation n'intègrent pas ces besoins en Ile-de-France et Normandie, régions pourtant très recruteuses, ni en Auvergne-Rhône-Alpes et Bourgogne-Franche-Comté. Pour la formation continue, l'Afpa mène actuellement une étude nationale des évolutions métiers, compétences et formation sur le secteur de l'énergie et tout particulièrement le photovoltaïque et l'éolien selon différents scénarios à horizon 2030. Deux Campus des Métiers et Qualifications Energies durables ont été créés récemment en Pays de la Loire et Ile-de-France pour fédérer les acteurs de la formation, surtout initiale, autour des besoins. Leur création récente ne permet pas de disposer d'éléments sur leur contribution à date.

En Occitanie, la région mène un diagnostic des besoins de formation pour répondre à l'ambition de la COP de la région basée sur un fort développement de l'éolien et du solaire[29]. Une PPE régionale est prévue d'ici fin 2025 qui permettra de donner un cap clarifié aux métiers à prioriser.

Pour recruter les techniciens qui doivent être embauchés en grand nombre, les formations privilégiées sont le Bac Pro métiers de l'électricité (MELEC), le certificat de spécialisation (CS) technicien de réseau électrique (Bac+1) et le BTS Electrotechnique. Hormis le CS, ces formations généralistes doivent être colorées en fonction des besoins des sous-filières (solaire, éolien, réseaux, PAC…), selon un arbitrage souvent réalisé dans chaque région au regard des perspectives d'embauche remontées par les entreprises.

Le déploiement de réponses de formation aux besoins d'une filière à l'échelle d'une région requiert une durée minimale de près de 4 ans, à intégrer au rétroplanning de mise à disposition de capacité énergétique supplémentaire. Cette estimation repose sur des formations existantes qui peuvent être colorées, et serait à allonger dans le cas de création de formations entièrement nouvelles, comme l'illustre l'exemple ci-dessous sur le métier critique pour le raccordement de monteur de réseaux.

---

[27] Filière des Entreprises Industrielles de Réseaux Electriques
[28] Ecoles des réseaux pour la transition énergétique, *Besoins en emplois et compétences de la filière des réseaux électriques*.
[29] La feuille de route de la Conférences des Parties COP régionale vise une hausse de 50 % de la puissance de production raccordée au réseau de 2024 à 2028

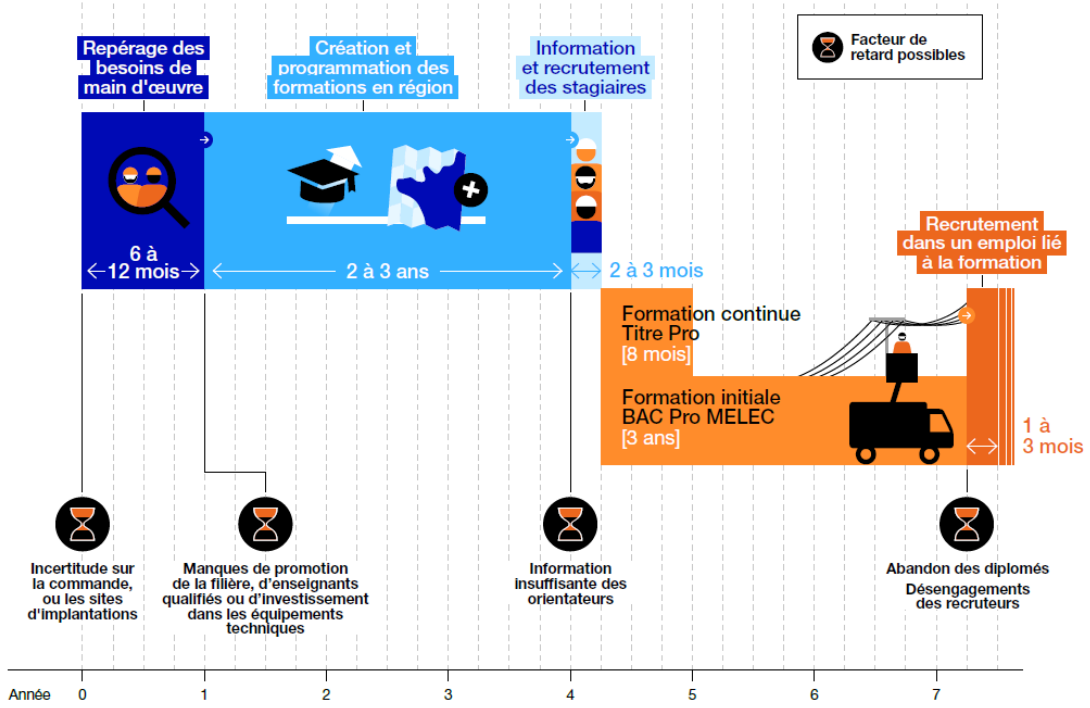


Figure 2 – Exemple des délais de recrutement et formation de monteurs réseaux dans une nouvelle région

C. Des initiatives pour accélérer le rythme d'adaptation des formations aux besoins de déploiement

Les Ecoles des Réseaux priorisent plusieurs leviers pour atteindre leurs objectifs de recruter 42 700 personnes formées d'ici 2030 :

- Coloration de 30 % des contenus des formations initiales existantes, qui peut être mise en œuvre en 2 à 3 ans (voir **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) plutôt que d 'engager un cycle plus long de création ou révision de diplômes.
- Investissement dans de nouveaux plateaux techniques priorisé sur les emplois sur lesquels les besoins sont les plus nombreux et critiques, c'est-à-dire les monteurs réseaux.
- Partenariat avec France Travail et la Fondation Apprentis d'Auteuil pour toucher les publics en recherche d'emploi et sécuriser leur insertion

Des actions structurantes de communication sur les métiers auprès des collégiens, de leurs familles et des conseillers d'orientation, de soutien aux enseignants via des ressources pédagogiques et de la formation sont également engagées même si leurs effets ne seront sans doute observables qu'en fin de la période du projet. Le pari fort sur la formation professionnelle infra Bac se heurte aussi aux réticences des employeurs, voire aux restrictions réglementaires en matière de prévention-santé-sécurité, à accueillir des jeunes parfois mineurs en stage ou alternance. Le volet Formation continue qui peut s'adapter plus rapidement et capter des publics d'actifs en reconversion gagnerait peut-être à être plus investi en relais avec les Opco 2i, Constructys et Atlas et les régions.

Le recoupement entre démarches nationales de filières (FIERE, travaux publics) et démarches territoriales apparait critique pour rechercher des synergies permettant le passage à l'action, et éviter les redondances de diagnostics. Ainsi par exemple la région Grand Est intègre les besoins des Ecoles des Réseaux en équipant deux lycées supplémentaires pour former 30 à 40 techniciens de plus par an en montage de réseaux électriques. Elle mène un programme plus vaste sur le solaire avec l'Afpa pour former 1 500 professionnels de l'installation et maintenance d'ici 2030, sans compter les besoins de l'industrie photovoltaïque qui devrait créer 2 000 emplois en Lorraine d'ici 2032. La remontée des besoins par les employeurs de la filière en région donne une visibilité précieuse pour adapter l'appareil de formation.

En matière de formation interne, les investissements sont concentrés sur les métiers historiques et pérennes : agents de connexion et de maintenance sont par exemple formés aux spécificités de l'éolien en mer. L'Académie RTE met ainsi en place un ensemble de formations nouvelles sur les compétences spécifiques à l'éolien offshore et construit pour cela des cursus avec Centrale Nantes, ou avec des experts externes sur des compétences nouvelles comme la gestion de contrats et de projets complexes. La conception et l'organisation des formations en suivant la chronologie des étapes des chantiers permet un déploiement agile, en prévoyant des itérations régulières avec les experts pour une évolution rapide des contenus. Face à la difficulté de former en situation réelle sur des installations qui fonctionnent en continu, des innovations pédagogiques à l'aide de réalité virtuelle permettent de proposer des conditions d'apprentissage les plus réalistes possible.

Enedis table aussi, entre autres, sur la formation interne, dans son programme « Réussir la croissance responsable » qui vise une forte augmentation des raccordements et de la production d'EnR. L'un des leviers est le raccourcissement des formations post-recrutement pour pouvoir déployer plus rapidement les équipes sur le terrain. La refonte de ces formations qui demande un temps de réingénierie et formation des formateurs est faite progressivement dans l'ordre de priorité des métiers : techniciens de réseaux, puis chargés de projet.

Face à des délais de mise en place importants, le retard constaté actuellement dans le développement des EnR ne doit en aucun cas être un prétexte à ralentir le développement de formations en qualité et quantité suffisantes pour répondre aux besoins anticipés.

Bibliographie

Ademe. Etude de quantification des impacts sur l'emploi dans le cadre de la transition énergétique du Pacte de Cordemais. 2021.

Ademe et IN NUMERI. Marchés et emplois concourant à la transition énergétique dans le secteur des énergies renouvelables et de récupération. 2025.

Construire l'écologie. « Sur le front industriel de la transition. Réussir la transition écologique dans les filières de l'éolien en mer, des batteries et des pompes à chaleur en France et en Europe ». décembre 2024.

Ecoles des réseaux pour la transition énergétique. Besoins en emplois et compétences de la filière des réseaux électriques. 2024.

EVOLEN, et Accenture. Compétences et métiers des énergies décarbonées. 2022.

France 2030. « DIAGTASE Occitanie ». février 2023.

Michel Cadot. Grands projets d'infrastructures : prioriser, simplifier, réussir. Haut-commissariat à la Stratégie et au Plan, 2026.

Observ'ER. Le baromètre 2024 de l'électricité renouvelable en France. 2025.

Programmation pluriannuelle de l'énergie 2026-2035. 2026.

Raffin, Chloé, et Philippe Quirion. « Les scénarios de transition énergétique en France, quel impact sur l'emploi ? » Revue de l'OFCE 188 (janvier 2025).

RTE. « Schéma décennal de développement du réseau ». Edition 2025.

The Shift Project est un groupe de réflexion qui vise à éclairer et influencer le débat sur les défis climat-énergie.

Nous sommes une association d'intérêt général. Nos membres financeurs sont pour la plupart des entreprises. Guidé par l'exigence de rigueur scientifique et technique, notre regard sur l'économie est avant tout physique et systémique.
www.theshiftproject.org

Contacts

Vinciane Martin
Coordinatrice Emploi & Formation
vinciane.martin@theshiftproject.org

THE SHIFT PROJECT



© Yann Arthus Bertrand - France un album de famille - 2026
www.yabstudio.fr