



**GOVERNEMENT**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



# Compétences et métiers des énergies décarbonées

RAPPORT COMED  
DÉCEMBRE 2022

**EVOLEN**  
Energies  
Aujourd'hui & Demain

**accenture**





# I Sommaire



<b>RÉSUMÉ EXÉCUTIF</b>	<b>5</b>
<b>INTRODUCTION</b>	<b>7</b>
1. La finalité de l'étude	8
2. Les quatre méthodologies retenues	9
<b>I. L'EMPLOI DANS LES ÉNERGIES DÉCARBONÉES</b>	<b>11</b>
1. L'évolution du mix énergétique français : les objectifs énergétiques et l'emploi	12
2. La prospective emplois à 2030	13
<b>II. LES COMPÉTENCES/MÉTIERS EN TENSION DANS LES ÉNERGIES DÉCARBONÉES</b>	<b>19</b>
1. Identification des métiers et compétences en tension	20
2. Répartition des groupes métiers/compétences en tension sur la chaîne de valeur des énergies	23
<b>III. LES MOYENS DE RÉSORBER LES TENSIONS</b>	<b>25</b>
1. Les compétences actuelles : levier de croissance de la décarbonation	26
2. L'identification de compétences communes ou spécifiques filières, levier d'accélération de la décarbonation : le référentiel métiers compétences	27
3. Les formations, la réponse indispensable aux spécificités des filières	28
<b>IV. L'ATTRACTIVITÉ</b>	<b>33</b>
1. Les freins à l'attractivité du secteur	34
2. Le déploiement de campagnes d'attractivité du secteur	36
<b>CONCLUSION</b>	<b>38</b>

# Résumé exécutif

2022 marque de grandes avancées dans **l'accélération** du soutien à la production d'énergies renouvelables et bas carbone en France. Des mesures emblématiques y ont été prises : projet de loi sur la **production accélérée d'énergies renouvelables**, plan France 2030 pour réindustrialiser la France et promouvoir les talents et formations, inauguration d'un champ d'éoliennes en mer, lancement de pilotes de production d'hydrogène renouvelable.

Le cadre pour l'implantation d'installations de production et de stockage d'énergies et d'hydrogène renouvelable (ou bas-carbone)<sup>1</sup> est posé. L'atteinte effective des objectifs de la politique énergétique de la France<sup>2</sup>, dont l'augmentation de la part d'énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie à 33 % au moins de cette consommation en 2030, dépend de l'engagement de tous pour y parvenir.

Les résultats quantitatifs du présent rapport reposent sur le postulat du succès de la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) et du rythme d'avancement de la transition énergétique. Ils font aussi l'hypothèse du renforcement de la confiance de tous les acteurs, laquelle est nécessaire pour investir dans les formations et recrutements.

Le rapport détaille :

- **Une méthode de planification à 2030 des besoins en emplois et compétences**, pour répondre à ces enjeux.
- Des pistes concrètes pour améliorer d'urgence **l'adéquation entre les compétences disponibles en France et le besoin de toutes les entreprises** (quelle que soit leur taille), **au rang desquelles figure la formation.**

**7 filières cibles** ont été analysées : EnR (éolien, solaire, bioénergies, géothermie), Hydrogène renouvelable, Décarbonation (électrification des procédés et CCUS). L'originalité de l'approche tient à la transversalité des compétences communes dégagées pour les filières les plus en tension (hydrogène, éolienne) : Électriques, Mécaniques, Procédés et Matériaux. Ceci devrait permettre de planifier **les besoins en modules de formation transverses multi- filières, ou, spécifiques à certaines.**

<sup>1</sup> L'étude ne couvre ni les besoins du nucléaire ni ceux entraînés par la réduction de la consommation (isolation des bâtiments par exemple).

<sup>2</sup> Code de l'énergie – Article L100 - 4

7 filières cibles ont été analysées : EnR (éolien, solaire, bioénergies, géothermie), Hydrogène renouvelable, Décarbonation (électrification des procédés et CCUS)



Les données clés du rapport sont les suivantes :

- **Une dynamique d'emplois à 2030** très positive, pour toutes les filières (notamment pour deux filières clés) : ~ 350 000 emplois dont près d'1/3 dans l'hydrogène, 1/3 dans les bioénergies, 1/6 dans l'éolien (terrestre/marin) et la décarbonation des énergies (électrification des procédés, CCUS). 63 % visent des emplois de techniciens/opérateurs, 37 % d'ingénieurs et cadres.
- **Une forte tension dans certains métiers** (115), mais avec des moyens pour la résorber 70 % sont des métiers d'ingénieurs et cadres dont les compétences se trouvent dans l'industrie pétrolière et gazière et qui sont, pour la plupart, transposables aux métiers décarbonés. La tension peut être, partiellement, résorbée par de la mobilité interne et une adaptation accélérée des formations existantes. Elle passe, aussi, par de nouveaux modules de formation hydrogène et éolien et des options de cursus plus courts (valorisant l'apprentissage) ouverts à un plus grand nombre de candidats. 30 % des métiers en tension visent des techniciens/opérateurs, en nombre très insuffisant pour répondre à l'avancée des projets en phase d'installation et de production. La priorité est de développer l'attractivité des formations et des métiers associés via leur promotion dès le collège, à l'instar d'exemples étrangers.
- **Des formations-énergies insuffisantes en nombre** et peu visibles, mais pouvant être développées dans l'urgence. Avec 5 formations spécifiques initiales hydrogène, 35 dans l'éolien, l'offre initiale actuelle est insuffisante. Le déploiement national d'offres de formations ciblées s'impose. La centralisation de « l'offre-énergies » sur un site national dédié est, ensuite, la condition sine qua non du développement de son attractivité.
- **Une opportunité pour attirer des talents**, avec trois leviers forts, les enjeux climatiques, la haute technologie/ innovation et la régionalisation des carrières, conforme, en particulier, aux priorités de la majorité des jeunes.

**NB :** Le présent rapport dans sa version papier est complété d'une version Excel plus détaillée à l'intention, notamment, des experts de la formation et des compétences.



# INTRODUCTION



LA FINALITÉ DE L'ÉTUDE 8

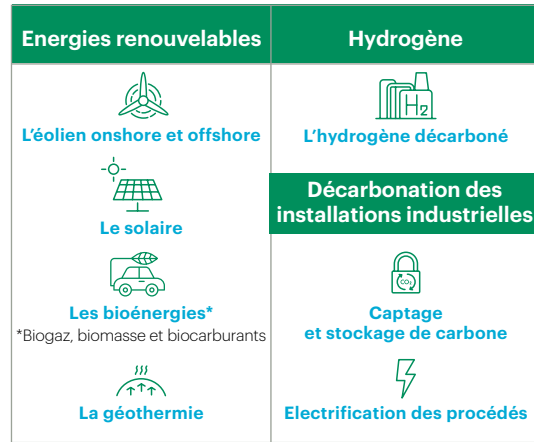
LES QUATRE MÉTHODOLOGIES  
RETENUES 9

**1. La finalité de l'étude**

COMED a pour principale finalité de :

**Permettre d'anticiper les besoins en volume d'emplois à 2030** dans 7 filières (figure 3) **et par étape de la chaîne de valeur de production d'énergies décarbonées** (figure 8).

**FIGURE 3** FILIÈRES DE LA DÉCARBONATION CONSIDÉRÉES DANS L'ÉTUDE COMED



**FIGURE 8** CHAÎNE DE VALEUR COMPLÈTE DE LA DÉCARBONATION DES ÉNERGIES



La répartition des perspectives d'emplois à 2030 sur la chaîne de valeur doit favoriser une meilleure anticipation et planification des besoins en emplois dans le temps.

**Diagnostiquer les métiers et compétences clés en tension**

Au travers des questionnaires entreprises, universités et groupes de travail transverses filières, 115 métiers en tension et 178 compétences ont été identifiés.

**FIGURE 7**





### Analyser les conditions d'adéquation entre les métiers en tension, les compétences/métiers associés et les formations

Le pivot de l'étude repose sur la notion de groupe métiers compétences, laquelle permet de faire le lien entre les compétences requises pour les métiers en tension, et celles existantes ou à développer dans les formations. Grâce à un référentiel métiers compétences détaillé, le rapport permet d'identifier par filières les compétences métiers clés à développer pour résorber les tensions, de préconiser les formations prioritaires à développer pour délivrer les compétences requises dans les métiers en tension actuels ou à 2030.

### Développer les campagnes d'attractivité du secteur des énergies

En tirant parti des retours des questionnaires et notamment des critères prioritaires des jeunes pour intégrer les entreprises, il est nécessaire de déployer une campagne d'attractivité présentant les métiers d'avenir, avec des témoignages d'opérationnels.

## 2. Les quatre méthodologies retenues

Afin de tenir compte des objectifs du rapport, prospective emploi à 2030, métiers et compétences

en tension, formations aux énergies décarbonées, quatre méthodologies ont été retenues.

### La collecte des données et les chiffres clés

La collecte s'est faite grâce aux acteurs du secteur (via des groupes de travail, questionnaires, interviews entreprises, écoles universités, jeunes entre 16 et 35 ans), aux études et bases de données publiées (dont celles du gouvernement). Les analyses de données sont à la fois qualitatives et quantitatives.

### La prospective emploi

Elle repose sur les estimations diffusées par chaque filières (cf. bibliographie en annexe au rapport) et sur la Programmation Pluriannuelle de l'Energie (PPE) de l'Etat. Pour chaque filière, le nombre d'emplois actuels a été collecté, puis projeté à 2030 dans des intervalles, en fonction de la production prévue pour 2030. Les projections d'emplois ont ensuite été réparties par étape de la chaîne de valeur des énergies décarbonées.

### La méthodologie du référentiel métiers compétences

La construction du référentiel a été découpée, par étapes, comme indiqué en figure 10.

**FIGURE 10** MÉTHODOLOGIE CONSTRUCTION RÉFÉRENTIEL MÉTIERS - *Compétences - Formations*



- Un métier en tension est rattaché à un groupe métiers – compétences (étape 1 – cf. figure 11).
- Les compétences clés sont listées pour chaque groupe (étape 2).
- Les formations pertinentes pour ces blocs de compétences peuvent être identifiées (étape 3).

178 compétences clés des métiers en tension ont ainsi été réparties dans 13 groupes métiers compétences (cf. figure 11). Des compétences communes à plusieurs filières ou propres à certaines d'entre elles ont été dégagées.

**FIGURE 11** DÉFINITION DES 13 GROUPES MÉTIERS - COMPÉTENCES

GROUPES MÉTIERS COMPÉTENCES	DÉFINITION
<b>Affaires</b>	Regroupe les métiers en lien avec la négociation, la finance, l'économie, la gestion contractuelle et juridique de projets (dont les Appels d'Offre), et les relations humaines
<b>Approvisionnement</b>	Rassemble les métiers en charge de toutes les opérations de logistique et de transport nécessaires à la production d'un bien ou à la réalisation d'un service
<b>Digital et Informatique</b>	Ensemble des métiers liés à l'informatique et aux technologies du numérique
<b>Electrique</b>	Métiers relatifs aux systèmes électriques, électroniques et à la génération d'énergie électrique renouvelable
<b>Environnemental</b>	Ensemble des métiers relatifs à l'étude d'impact de la production d'énergies décarbonées sur les territoires ou les littoraux (ex. impacts des éoliennes en mer/sur terre)
<b>Expertises Avancées</b>	Métiers faisant appel à des technologies spécifiques propres à certaines filières énergétiques et nécessaires aux activités de recherche et de modélisation (en laboratoire ou non)
<b>Génie civil</b>	Métiers dédiés à la conception, réalisation et exploitation des grandes infrastructures (ex. fondations de l'éolienne, construction usine hydrogène)
<b>Géosciences</b>	Ensemble des métiers liés au sol allant de la connaissance de celui-ci, à l'exploration et au développement de structures et procédés liés à l'exploitation des sous-sols
<b>Maritime</b>	Ensemble des métiers liés au domaine marin, de la conception, à la réalisation et à l'entretien de navires, plateformes navales, éoliennes en mer etc...
<b>Matériaux</b>	Métiers regroupant les expertises de synthèse, d'assemblage et de test d'éléments nécessaires à la fabrication d'équipements/pièces destinés à produire, acheminer et stocker de l'énergie et/ou à réduire les émissions carbone. (ex. fabrication de pièces métalliques, soudage...)
<b>Mécanique</b>	Métiers de fabrication et d'ingénierie en lien avec les machines, de la phase de conception à la maintenance (ex. mâts, pâles, turbines etc.)
<b>Procédés</b>	Groupe de métiers impliqués dans l'ensemble des actions chimiques, physiques ou biologiques subies par un produit dans le cadre d'un processus de production industriel : conception, gestion, contrôle et optimisation. (bioénergies...)
<b>Projet</b>	Métiers intervenant en phase amont de la chaîne de valeur en charge de la coordination de tous les métiers techniques nécessaires à la production d'une énergie

Exemple : L'ingénieur projet multi-énergies est rattaché au groupe Projet. L'ingénieur et le technicien électromécanicien sont rattachés au groupe Electrique.

### La méthodologie formation

Elle est basée sur l'extraction des données issues de Parcoursup, France compétences, Guide de l'Observatoire des Energies Renouvelables, Service de Concours Ecoles d'Ingénieurs SCEI, Onisep pour les formations initiales. Les formations continues

proviennent, notamment, du Centre animation ressources d'information sur la formation et l'observatoire régional emploi formation (Carif-Oref). Une recherche par mot clé a été privilégiée pour identifier les formations énergies d'emblée.

# I. L'EMPLOI DANS LES ÉNERGIES DÉCARBONÉES



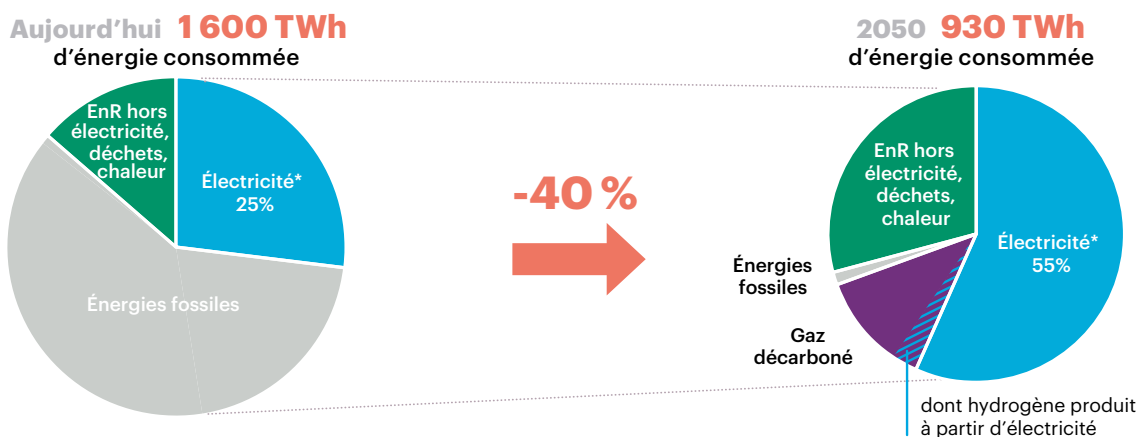
L'ÉVOLUTION DU MIX ÉNERGÉTIQUE FRANÇAIS : LES OBJECTIFS ÉNERGÉTIQUES ET L'EMPLOI	12
LA PROSPECTIVE EMPLOIS À 2030	13

### 1. L'évolution du mix énergétique français : les objectifs énergétiques et l'emploi

Comme illustrée en figure 17, l'évolution du mix énergétique en France repose sur deux objectifs, accélérer la production d'électricité de source

renouvelable d'une part, diminuer de 40 % la consommation d'énergie en France en 2050, d'autre part.

**FIGURE 17** SCÉNARIO CONSOMMATION D'ÉNERGIE FINALE EN FRANCE ET DANS LA SNBC FUTURS ÉNERGÉTIQUES 2050 (RTE, 2022)



\*Consommation finale d'électricité (hors consommation issue de l'énergie et hors consommation pour la production d'hydrogène)  
Consommation intérieure d'électricité dans la trajectoire de référence de RTE = 645 TWh

Les cinq leviers majeurs pour accélérer la décarbonation de la production/consommation d'énergie en France et augmenter la part de l'électricité dans la consommation d'énergie finale sont :

- 1. L'électrification**, en particulier pour des secteurs comme l'industrie ou le transport
- 2. Le développement des énergies renouvelables**
- 3. La maîtrise de la consommation énergétique et l'efficacité énergétique**
- 4. La décarbonation des énergies fossiles** via, en particulier, le captage et le stockage de CO<sub>2</sub>.
- 5. L'identification des talents et le développement des compétences** pour décarboner nos énergies.

Plus la planification des objectifs par filière est claire, fiable et anticipée, plus les entreprises et écoles/universités s'engageront, dans l'anticipation du besoin en capital humain pour y répondre.

## 2. La prospective emplois à 2030

### La prospective emplois par filière

L'investissement massif dans la décarbonation des énergies s'est matérialisé par le lancement de nouveaux projets et appels d'offre, notamment, dans l'éolien offshore et l'hydrogène décarboné. Ceci a suscité une forte accélération du besoin en emplois dans ces filières. Cette augmentation est très dépendante du scénario énergétique retenu. Elle n'est donc pas linéaire.

Comme illustré dans la figure 28, **le total des prévisions en emplois à 2030, s'élève à environ 350 000 dont environ 200 000 créations d'emplois.**

La répartition des estimations hautes d'emplois par filière, par ordre décroissant, est la suivante :

- 1. L'hydrogène** avec une prévision de 100 000 emplois (dont environ 96 000 créations d'emplois)
- 2. Les bioénergies** avec une prévision de 100 000 emplois (dont 40 000 créations d'emplois)
- 3. L'éolien** (terrestre et en mer) avec une prévision de 55 000 emplois (dont 32 000 créations d'emplois, 12 000 à terre, 20 000 en mer)
- 4. L'électrification des procédés** avec 40 000 emplois maximum (dont 9 000 créations d'emplois)
- 5. Le solaire** avec une prévision de 30 000 emplois (dont 12 000 créations d'emplois)
- 6. Le CCUS** avec une prévision de 12 000 emplois (dont 12 000 créations d'emplois)
- 7. La géothermie** avec une projection de 10 000 emplois (dont 7 000 créations d'emplois)

Il convient de relever un lien, non négligeable, entre la confiance dans les avancées technologiques d'une filière et les estimations d'emplois annoncées, par les filières concernées et le gouvernement.

**FIGURE 28** INTERVALLES DE PROJECTIONS DES EMPLOIS, EN ÉQUIVALENT TEMPS PLEIN (ETP), PAR FILIÈRE À 2030

FILIÈRES	ETP 2021	ESTIMATION BASSE 2030	ESTIMATION HAUTE 2030	NOUVEAUX ETP ESTIMATION HAUTE
Hydrogène	~ 4 000 (France Hydrogène)	50 000	100 000	<b>-96 000</b>
Electrification des procédés	~ 31 000 (EDEC Elec.)	30 000	40 000	<b>-9 000</b>
Biomasse <sup>8</sup>	~ 28 000 (SER)	30 000	40 000	<b>-12 000</b>
Biocarburant	~ 28 000 (SER)	30 000	35 000	<b>-7 000</b>
Eolien Onshore	~ 18 000 (FEE)	22 000	30 000	<b>-12 000</b>
Solaire	~ 18 000 (SER)	25 000	30 000	<b>-12 000</b>
Eolien Offshore et EMR	~ 5 000 (FEE)	18 000	28 000	<b>-23 000</b>
Biogaz	~ 4 000 (EDEC Gaz)	15 000	25 000	<b>-21 000</b>
CCUS	< 2 000	8 000	12 000	<b>-12 000</b>
Géothermie	~ 3 000 (SER)	7 000	10 000	<b>-7 000</b>
<b>TOTAL</b>	<b>-140 000</b>	<b>235 000</b>	<b>350 000</b>	<b>-210 000</b>



### FOCUS SUR L'HYDROGÈNE

Le nombre d'emplois hydrogène est, dans ce contexte, encore faible aujourd'hui. La projection de 100 000 emplois à 2030 de France Hydrogène est en cohérence avec les investissements engagés. Ainsi en est-il, notamment des investissements en

R&D, ou en vue de la construction de gigafactory, de la mise en place d'infrastructures de production, de transport et de distribution, dont des infrastructures aéroportuaires, ou, encore, du développement des usages prévus dans le transport.



### FOCUS SUR LE SECTEUR ÉOLIEN TERRESTRE ET EN MER (Y COMPRIS LES EMR)

L'éolien, en particulier l'éolien flottant, est un secteur en pleine croissance.

La filière s'est engagée à créer plus de 20 000 emplois d'ici 2035, dans l'éolien en mer. Ainsi, l'estimation en emplois passe de **5 000 à 28 000 pour l'éolien en mer.**

L'éolien en mer a tardé à s'implanter en France, comparé aux autres pays européens, notamment, à l'Europe du Nord, et au Portugal. Les premiers projets

mis en service cette année sont annonciateurs d'une nouvelle dynamique qui va s'amplifier sur les années à venir. En janvier dernier, le président de la République a annoncé un objectif de 40 GW d'éolien en mer en service en 2050 ; l'Etat s'est engagé dans la planification d'un calendrier pour atteindre ces objectifs. Ceux-ci seront déclinés de manière concrète à l'occasion de la révision de la PPE de 2023.



### FOCUS SUR LES BIOÉNERGIES (BIOGAZ, BIOMASSE, BIOCARBURANT)

Le nombre d'emplois global dans la filière bioénergies est déjà important en 2021, 60 000. Celui projeté à 2030 l'est également, puisqu'il est similaire à celui de l'hydrogène en cumulé, 100 000 au maximum. Le nombre de créations d'emplois est cependant lui inférieur, 40 000 environ. Cette projection est, cependant, principalement tirée

par l'accroissement des capacités de production de biogaz. Les perspectives d'emplois dans le biogaz passent, eux, de 4 000 en 2021 à 25 000 en 2030 (cf. Source EDEC Gaz/Opco). Le nombre d'emplois dans le secteur des biocarburants et de la biomasse progresse également, mais plus faiblement, respectivement à 7 000 et 12 000 emplois.



### FOCUS SUR LA DÉCARBONATION DES INSTALLATIONS INDUSTRIELLES

L'électrification des usages vise à substituer de l'énergie fortement émettrice de CO<sub>2</sub> par de l'électricité bas carbone, renouvelable ou d'origine nucléaire. C'est un moyen économique et rapide pour atteindre la neutralité carbone en 2050. De 31 000 aujourd'hui, les emplois passeraient à 40 000, maximum, en 2030 dont 9 000 créations d'emplois.

Les emplois projetés en 2030 pour le CCUS sont plus difficiles à évaluer. Ils évoluent mais plus faiblement, puisqu'ils passent de moins de 2 000 à un maximum de 12 000 en 2030.

La France fait le choix prioritaire d'électrifier la plupart des procédés et des usages qui le permettent: électrification des usines par remplacement des hydrocarbures par des procédés électriques, transfert de la mobilité au diesel ou à l'essence vers des propulsions à moteurs électriques, et dans le secteur immobilier et résidentiel, remplacement du chauffage au fuel par du chauffage électrique, etc. Cette dynamique, renforcée par l'augmentation actuelle des coûts de l'énergie, est la plus pourvoyeuse d'emplois dans la décarbonation des installations industrielles.

“ L’investissement massif dans la décarbonation des énergies s’est matérialisé par le lancement de nouveaux projets et appels d’offre, notamment, dans l’éolien offshore et l’hydrogène décarboné. ”



**La projection des emplois par étape de la chaîne de valeur**

La projection d'emplois (tous emplois confondus, en tension ou pas) est répartie par étape de la chaîne de valeur de production d'énergies décarbonées et par filière car :

- La nature des métiers et des activités réalisées est intrinsèquement différente selon les étapes
- De même que le nombre d'emplois d'ingénieurs/cadres ou de techniciens/opérateurs


Cette projection a été faite en tenant compte du rythme de développement et des contraintes

propres à chaque filière. Elle doit permettre de mieux planifier les besoins en ressources humaines dans le temps.

Ci-dessous les grandes tendances d'évolution des emplois basées sur un graphique avec un gradient de couleur. Plus la couleur est foncée plus le nombre d'emplois est élevé.

La figure 31 montre que le besoin en emplois hydrogène est le plus fort et, ce, à toutes les étapes de la chaîne de valeur, avec un pic à partir de la phase installation/construction/mise en service.


**FIGURE 31** COMPARAISON DES BESOINS EN ETP À 2030 PAR FILIÈRE ET PAR ÉTAPE DE LA CHAÎNE DE VALEUR, TOUTES CATÉGORIES

	R&D ET INNOVATION	DÉVELOPPEMENT, ETUDES ET CONCEPTION	FABRICATION DE COMPOSANTS ET ASSEMBLAGE	INSTALLATION, CONSTRUCTION ET MISE EN SERVICE	EXPLOITATION ET MAINTENANCE
Eolien Onshore					
Eolien Offshore					
Hydrogène					
CCUS					
Solaire					
Biogaz					
Biomasse					
Biocarburant					
Géothermie					
Décarbonation					
<b>Légende</b>	<b>Nombre total d'ETP représentés</b> 350 000		<b>Répartition des ETP - Variations</b> 500  39 000		

La figure 32 montre que le plus gros besoin en volume d'emplois de techniciens se trouve dans la partie Installation, Construction et Exploitation Maintenance de la chaîne de valeur avec un

fort besoin pour la filière hydrogène. Le nombre d'emplois estimés à 2030 s'explique par le fait que la distribution de l'hydrogène et des emplois associés sont comptabilisés.

**FIGURE 32** COMPARAISON DES BESOINS EN EMPLOIS (ETP) À 2030 PAR FILIÈRE POUR LES TECHNICIENS


Techniciens	R&D ET INNOVATION	DÉVELOPPEMENT, ETUDES ET CONCEPTION	FABRICATION DE COMPOSANTS ET ASSEMBLAGE	INSTALLATION, CONSTRUCTION ET MISE EN SERVICE	EXPLOITATION ET MAINTENANCE
Eolien Onshore					
Eolien Offshore					
Hydrogène					
CCUS					
Solaire					
Biogaz					
Biomasse					
Biocarburant					
Géothermie					
Décarbonation					
<b>Légende</b>	<b>Nombre total d'ETP représentés</b> 220 474		<b>Répartition des ETP - Variations</b> 50  31 200		



La figure 33 montre que les plus forts besoins en ingénieurs et cadres se situent à la phase R&D et innovation, et la phase de Développement,

Etudes et Conception et majoritairement pour les filières éoliennes, hydrogène et décarbonation des installations industrielles.

**FIGURE 33** COMPARAISON DES BESOINS EN EMPLOIS (ETP) À 2030 PAR FILIÈRE POUR LES CADRES

Cadres	R&D ET INNOVATION	DÉVELOPPEMENT, ETUDES ET CONCEPTION	FABRICATION DE COMPOSANTS ET ASSEMBLAGE	INSTALLATION, CONSTRUCTION ET MISE EN SERVICE	EXPLOITATION ET MAINTENANCE
Eolien Onshore					
Eolien Offshore					
Hydrogène					
CCUS					
Solaire					
Biogaz					
Biomasse					
Biocarburant					
Géothermie					
Décarbonation					
<b>Légende</b>	<b>Nombre total d'ETP représentés</b> 129 526		<b>Répartition des ETP - Variations</b> 300  11 200		

En synthèse, quelques tendances clés :


- **De forts besoins en volume de techniciens opérateurs** à partir de la **fabrication des pièces et pour la phase de Construction, l'Exploitation et la Maintenance des infrastructures.**
- Des besoins en **ingénieurs et cadres moins élevés en volume, mais réels en expertises**, pour permettre l'avancée des projets et l'industrialisation des technologies nécessaires à la décarbonation. Ces emplois se concentrent sur les phases **R&D et Etudes et Conception**, en amont de la construction des infrastructures de production ou de distribution d'énergies.
- Ces poids respectifs par filière sont basés sur les prospectives emplois. Ils peuvent donc être amenés à évoluer, au fur et à mesure des révisions annuelles des dites prospectives, par les filières concernées.
- La perspective d'évolution de l'emploi dans l'hydrogène dépendra, notamment, de la rapidité d'évolution des avancées technologiques concernées.
- Les dates d'installation effectives des éoliennes en mer par exemple, dépendront de la rapidité du lancement des appels d'offres avec le choix des sites et des dates d'implantation sur le littoral français, nord et sud-est notamment. Ces choix doivent être confirmés.

**La projection des emplois par compétences**

Il ressort de la comparaison des besoins à 2030 avec les compétences clés associées (cf. figure 48 ci-dessous), une prédominance des **besoins en compétences Electrique, Mécanique, Procédés et Matériaux**. Ceci s'explique par trois grandes tendances de fond :

- **Les compétences Electrique** sont nécessaires pour répondre au développement des énergies renouvelables électriques (éolien, solaire) mais également à l'hydrogène et à la biomasse solide.

**FIGURE 48** COMPARAISON DU NOMBRE D'ETP À 2030 PAR GROUPE MÉTIERS - COMPÉTENCES

	Poids des ETP
Affaires	7 %
Approvisionnement	7 %
Digital	5 %
Electrique	16 %
Environnement	3 %
Expertise Avancée	3 %
Génie civil	8 %
Géoscience	2 %
Maritime	1 %
Matériaux	12 %
Mécanique	15 %
Procédés	15 %
Projet	6 %
<b>TOTAL ETP</b>	<b>350 000</b>
<b>Légende</b>	<b>Répartition des ETP - Variations</b> 3 358  54 700

Elles sont, de plus, requises pour s'intégrer avec les infrastructures de distribution d'électricité transverses à toutes les filières.

- Les **compétences Mécanique** servent à **concevoir, fabriquer les équipements et structures métalliques** nécessaires à la construction des infrastructures de production d'électricité éolienne, solaire mais aussi dans les autres filières. On y retrouve la fabrication de pièces métalliques de tous types, des équipements (turbines, bobines, nacelles, etc.) et de maintenance des équipements (pompes, générateurs, etc.).
- Enfin les **compétences Procédés et Matériaux** sont indispensables pour **opérer les futures installations liées, au développement d'hydrogène renouvelable, de bioénergies et du carbone**, qu'il soit stocké en sous-sol, ou, utilisé comme ressources pour produire d'autres produits (bio-carburants, etc.).

Il existe donc une corrélation directe entre le poids respectif des filières en projections d'emplois à 2030 et l'importance des compétences associées.

- La figure 53 ci-dessous illustre la répartition des emplois à 2030 et le poids de chaque groupe de compétences par filière

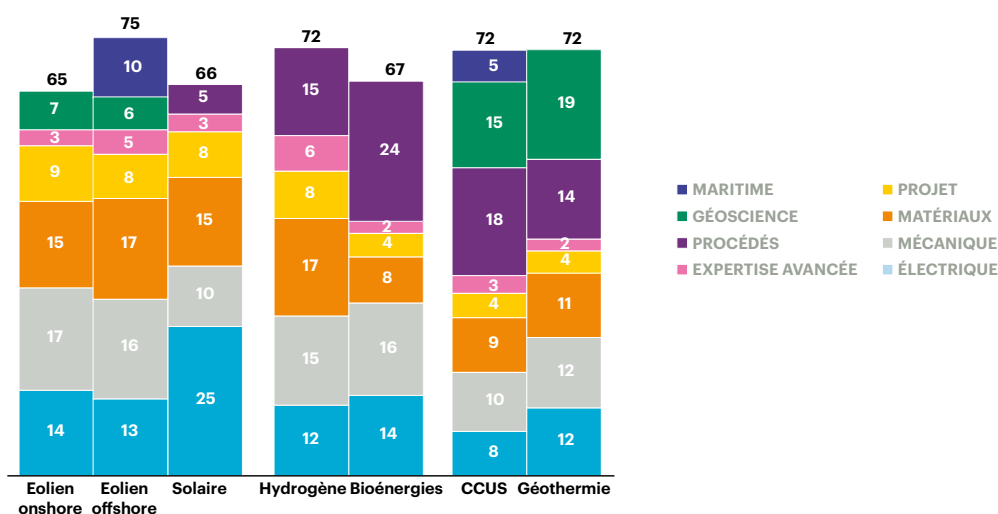
- La plus grande perspective d'emplois à 2030 (29 %) se situe dans l'hydrogène pour lequel les compétences Matériaux (17), Mécanique (15) et Procédés (15) sont essentielles.
- Pour l'éolien la prospective emploi s'élève à 17 %, et les compétences clés qui ressortent sont la mécanique, les matériaux et l'électrique

En analysant la répartition des emplois sur certains groupes de compétences ciblés où les besoins en emplois à 2030 sont élevés et les métiers sont en tension, nous pouvons identifier des similitudes entre les filières. Ainsi, il est important de noter que :

- Les filières, **hydrogène et bioénergies, ont, en plus du socle commun, électrique et mécanique, une composante Procédés forte** représentant respectivement 15 % et 24 % des emplois.
- Les filières **CCUS et géothermie ont en plus du socle commun mécanique, une composante Géosciences forte** représentant respectivement 15 % et 19 % des emplois.

Ces similitudes de compétences sont primordiales pour mettre en place des moyens d'acquisition de compétences adéquates, répondant aux besoins conjugués des filières, et pour construire des parcours de carrières transverse.

**FIGURE 53** RÉPARTITION DES EMPLOIS À 2030 PAR FILIÈRE ET PAR GROUPE MÉTIERS (en % par filière)



# II. LES COMPÉTENCES/ MÉTIER EN TENSION DANS LES ÉNERGIES DÉCARBONÉES



IDENTIFICATION DES MÉTIERS  
ET COMPÉTENCES EN TENSION 20

RÉPARTITION DES GROUPES  
MÉTIER/COMPÉTENCES EN TENSION  
SUR LA CHAÎNE DE VALEUR DES ÉNERGIES 23

115 métiers ont été qualifiés « en tension » par les acteurs des filières étudiées, dont plus de deux-tiers parmi la population ingénieurs et cadres (cf. Figure 35 ci-dessous).

### 1. Identification des métiers et compétences en tension

La liste exhaustive des métiers en tension est accessible en annexe du rapport.

**Les 115 métiers en tension** présentent les caractéristiques suivantes :

- La majorité des métiers en tension sont des métiers qui opèrent dans **plusieurs filières** et dans d'autres secteurs que les énergies renouvelables (notamment le nucléaire)
- Si 70 % des tensions visent les métiers d'ingénieurs et cadres, ces derniers ne représentent que **37 % des besoins en emplois à 2030**
- L'anticipation des besoins en emplois doit donc, **tout autant, être axée sur les populations cadres que de techniciens, mais à des stades et par des moyens différents**, comme cela est illustré ci-après.

La figure 35 compare les tensions dans les métiers d'ingénieurs et cadres d'une part, de techniciens et opérateurs d'autre part.

**FIGURE 35** RÉPARTITION DES MÉTIERS EN TENSION ENTRE LES INGÉNIEURS/CADRES ET LES TECHNICIENS/OPÉRATEURS

NOMBRE DE MÉTIERS EN TENSION	115
<b>Dont Cadres</b>	81
<b>Dont Techniciens</b>	34

La figure 36 dresse la liste des 40 métiers les plus en tension en termes de recrutement.

Arrivent en tête, les métiers d'ingénieur de projets multi-énergies, chaudronnier/soudeur, ingénieur d'affaires, architecte naval, ingénieur de projets renouvelables, ingénieur naval, ingénieur hydrogène, ingénieur mécanicien, ingénieur de conception de structure offshore, technicien de maintenance industrielle. Parmi les métiers critiques spécifiques à certaines filières il est possible de citer notamment les suivants pour l'éolien en mer, l'architecte naval et l'architecte éolien.

**FIGURE 36** LE « TOP 40 » DES MÉTIERS LES PLUS EN TENSION DE RECRUTEMENT

RANG	MÉTIER CADRES MULTI-ÉNERGIES
1	Ingénieur de projet multi-énergies
2	Ingénieur d'affaires
3	Ingénieur mécanicien
4	Ingénieur génie électrique
5	Ingénieur hydrodynamique
6	Ingénieur matériaux
7	Ingénieur méthodes
8	Ingénieur mécatronique
9	Ingénieur électromécanicien
10	Ingénieur de maintenance multi-énergies
11	Manager opération et maintenance éolien
12	Ingénieur électronique de puissance
13	Responsable raccordement électrique (GRID)
14	Data scientist/analyst
15	Chargé de prospection foncière EnR
16	Analyste cycle de vie

RANG	MÉTIER TECHNICIENS / OPÉRATEURS MULTI-ÉNERGIES
1	Chaudronnier/soudeur
2	Technicien en chaudronnerie, tuyauterie et structures métalliques
3	Technicien de maintenance/exploitation
4	Monteur/assembleur/ monteur câbleur/ technicien d'assemblage
5	Opérateur de fabrication
6	Technicien conception et installation industrielle
7	Technicien en électricité
8	Technicien conception machines
9	Technicien d'essais matériaux
10	Technicien électromécanicien
11	Usineur
12	Technicien d'étude mécanique
13	Technicien de maintenance informatique
14	Technicien de production
15	Opérateur commissioning
16	Chargé de logistique

FILIÈRE	MÉTIERS TECHNICIENS / OPÉRATEURS MULTI-ÉNERGIES	CATÉGORIE
Eolien en mer	Architecte naval	Cadres
Eolien en mer	Architecte éolien	Cadres
Eolien en mer	Ingénieur testing & termination wind offshore	Cadres
Eolien en mer	Ingénieur turbine	Cadres
Eolien en mer	Technicien de maintenance éoliennes	Techniciens
Eolien en mer	Grutier	Techniciens

FILIÈRE	MÉTIERS TECHNICIENS / OPÉRATEURS MULTI-ÉNERGIES	CATÉGORIE
Hydrogène	Ingénieur hydrogène	Cadres
Hydrogène	Ingénieur électro-chimiste	Cadres
FILIÈRE	MÉTIERS TECHNICIENS / OPÉRATEURS MULTI-ÉNERGIES	CATÉGORIE
CCUS / Géothermie	Technicien foreur	Techniciens
CCUS / Géothermie	Ingénieur forage	Cadres

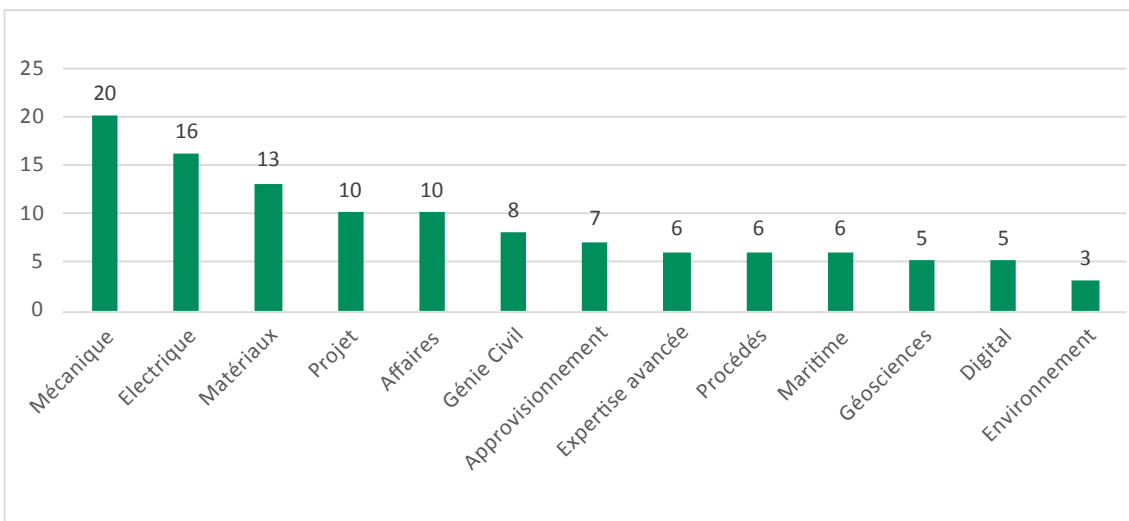
L'analyse des compétences requises dans les 115 métiers en tension permet de faire ressortir en Figure 39 les points suivants :

- La tension majoritaire se trouve dans les **groupes Mécanique et Electrique** qui regroupent plus de 30 % des métiers en tension avec respectivement 20 et 16 métiers. Sont visés les métiers d'Ingénieur turbine, technicien de maintenance éolienne, ingénieur systèmes électriques - réseau, technicien

électromécanicien. Ces métiers jouent un rôle sur la totalité de la chaîne de valeur. Ils répondent à de forts enjeux opérationnels détaillés ci-dessous.

- Elle s'étend à d'autres compétences, en particulier, **Matériaux, Affaires, Projet, Génie Civil, et Approvisionnement**, ou, encore, à des groupes de compétences plus spécifiques à certaines filières, comme celles du **Maritime, des Expertises Avancées ou des Géosciences**.

**FIGURE 39** RÉPARTITION DU NOMBRE DE MÉTIERS EN TENSION PAR GROUPE MÉTIERS - *Compétences*





## 2. Répartition des groupes métiers/compétences en tension sur la chaîne de valeur des énergies

La répartition des groupes métiers en tension **sur la chaîne de valeur** est détaillée dans la figure 40 ci-dessous. Les tensions majoritaires, **tous groupes confondus**, se situent en phase :

1. D'Installation, Construction et Mise en service (75 métiers)
2. De Développement, Etudes et Conception (61 métiers)

Pour les groupes Electriques et Mécaniques la tension démarre à la phase de Développement,

Etudes et Conception et s'accroît en phase d'Installation.

Il est important de croiser la tension en nombre de métiers, mais aussi en nombre de fois où ils sont requis sur la chaîne de valeur, ou en nombre de personnes nécessaires par métier. A titre d'exemple si les métiers du groupe projet sont moins en tension que d'autres métiers, en nombre (10), ils sont en tension du fait qu'ils interviennent tout au long de la chaîne de valeur.

**FIGURE 40** RÉPARTITION DES MÉTIERS EN TENSION PAR ÉTAPE DE LA CHAÎNE DE VALEUR ET GROUPES MÉTIERS - *Compétences*

	CHAÎNE DE VALEUR							TRANSVERSE	
	R&D ET INNOVATION	DÉVELOPPEMENT, ETUDES ET CONCEPTION	FABRICATION DE COMPOSANTS ET ASSEMBLAGE	INSTALLATION, CONSTRUCTION ET MISE EN SERVICE	EXPLOITATION ET MAINTENANCE	STOCKAGE, TRANSPORT ET DISTRIBUTION	UTILISATION PAR L'USAGER FINAL	BUSINESS DÉVELOPPEMENT	DIGITAL ET INFORMATIQUE
Affaires	0	6	2	2	1	2	0	10	0
Approvisionnement	0	0	4	5	3	6	0	0	0
Digital	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Electrique	4	11	3	13	10	5	1	0	1
Environnement	3	3	0	0	0	0	0	0	0
Expertise avancée	3	1	0	0	0	0	0	0	0
Génie Civil	1	6	2	9	1	0	0	0	0
Géosciences	1	4	0	4	1	0	0	0	1
Maritime	1	3	0	4	2	1	0	0	0
Matériaux	3	4	11	10	0	0	0	0	0
Mécanique	4	10	7	12	10	0	0	0	1
Procédés	3	5	5	6	4	2	1	0	1
Projet	1	8	7	10	4	2	0	2	0
<b>TOTAL des métiers en tension</b>	<b>24</b>	<b>61</b>	<b>41</b>	<b>75</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>2</b>	<b>12</b>	<b>9</b>



## FOCUS SUR LES COMPÉTENCES DU GROUPE EXPERTISES AVANCÉES LIÉES AU DOMAINE DE LA R&D :

Le rôle des ingénieurs et des chercheurs a été mis en avant en analysant précisément les compétences scientifiques requises pour la conception de solutions technologiques. Ce point a été confirmé lors des entretiens menés auprès des responsables de centres de recherche et développement en entreprises. Des pays comme le Royaume-Uni, via le Net Zero Technology Center (NZTC, Accenture,

2022), ont publié des études mettant en avant les opportunités de percées technologiques sur l'éolien en mer, l'hydrogène vert et le captage et stockage de CO<sub>2</sub> dans la réussite de la décarbonation à l'échelle du pays en prenant en compte les enjeux humains et économiques. Ces compétences ont également été identifiées lors de nos entretiens :

**FIGURE 47** COMPÉTENCES EXPERTISES AVANCÉES (éolien, hydrogène et CCUS)

FILIÈRES	COMPÉTENCES
<b>Eolien</b>	Conception des fondations offshore flottantes et systèmes d'amarrage
<b>Eolien</b>	Conception de câbles de transmission électriques (e.g., wet design cable)
<b>Eolien</b>	Conception de système complexe intégré avec production d'hydrogène (e.g.; floating desalination vessels)
<b>Hydrogène</b>	Phénoménologie à haute pression
<b>Hydrogène</b>	Conception des catalyseurs
<b>Hydrogène</b>	Conception des membranes
<b>Hydrogène</b>	Conception des systèmes de piles de des cellules
<b>Hydrogène</b>	Conception de systèmes de désalination et électrolyse de l'eau de mer
<b>CCUS</b>	Systèmes de liquéfaction et compression du CO <sub>2</sub>
<b>CCUS</b>	Systèmes d'adsorption de CO <sub>2</sub>
<b>CCUS</b>	Conception et analyse des futurs systèmes de transports de CO <sub>2</sub> (e.g., pipeline O&G existants)
<b>CCUS</b>	Conception et mise en place de systèmes automatisés de surveillance des sites de stockage (MMV - Measuring, monitoring & verification)
<b>Communes</b>	Méthodologie de recherche (e.g., conception d'expérimentations, plan de tests, etc.)
<b>Communes</b>	Réalisation d'expérimentations - construction de prototypes, etc.



# III. LES MOYENS DE RÉSORBER LES TENSIONS



LES COMPÉTENCES ACTUELLES :  
LEVIER DE CROISSANCE DE LA DÉCARBONATION 26

L'IDENTIFICATION DE COMPÉTENCES COMMUNES  
OU SPÉCIFIQUES FILIÈRES, LEVIER D'ACCÉLÉRATION  
DE LA DÉCARBONATION : LE RÉFÉRENTIEL MÉTIERS  
COMPÉTENCES 27

LES FORMATIONS, LA RÉPONSE INDISPENSABLE  
AUX SPÉCIFICITÉS DES FILIÈRES 28

Les moyens de résorber les tensions métiers actuelles ou futures évoquées reposent, tout à la fois, sur l'identification des compétences actuelles, comme levier de décarbonation, sur celles communes à certaines filières pouvant être mutualisées et sur celles spécifiques à certaines filières à développer, détaillées dans un référentiel. Elles incluent également les formations à construire.

#### 1. Les compétences actuelles : levier de croissance de la décarbonation

Les moyens d'action pour accélérer l'acquisition des compétences passent, d'abord, par l'utilisation des compétences actuelles comme levier de croissance de la décarbonation. Ils reposent aussi sur des apports externes, comme levier d'accélération et enfin, sur des formations plus spécifiques et adaptées aux nouveaux enjeux.

On peut transposer une grande partie des compétences de l'O&G vers les énergies décarbonées :

- Les compétences en mer, d'installation et de structure offshore pour l'éolien marin
- Les compétences sur le sous-sol : géo-énergies, géothermie, stockage de gaz de CO<sub>2</sub>, stockage d'hydrogène, production de lithium).
- La capacité à développer des technologies de pointe, notamment pour la production puis distribution de l'hydrogène décarboné, et à industrialiser ensuite son développement
- La capacité à gérer les grands projets industriels des énergies

Tous les avis convergent pour considérer que la majeure partie des compétences traditionnelles de l'industrie pétrolière et gazière sont transposables à presque tous les métiers de la transition énergétique, avec une mise à niveau assez simple. Que ce soit, notamment, dans le management de grands projets industriels, dans l'expertise en avancées technologiques, la mécanique, ou dans la capacité à industrialiser la fabrication et la distribution d'une technologie peu mature.

Parmi les 13 groupes de compétences constitués pour les besoins de l'étude, 5 grands groupes de compétences de base doivent être soulignés, car déjà bien représentés dans les entreprises du secteur : les compétences maritimes, en avancées technologiques, en grands projets industriels, en sous-sol et en chimie des procédés.

## 2. L'identification de compétences communes ou spécifiques filières, levier d'accélération de la décarbonation : le référentiel métiers compétences

Pour faire ressortir les spécificités des compétences requises pour décarboner, un référentiel « métiers – compétences » a été structuré et coconstruit avec les partenaires COMED et acteurs du secteur (cf. Annexe Excel Référentiel joint au rapport).

Le pivot du référentiel repose sur la notion de groupes métiers - compétences, notion commune aux métiers en tension et aux formations dispensées dans les écoles universités.

Au total, **178 compétences clés** ont ainsi été dénombrées et regroupées en deux catégories :

- **100 compétences communes** aux différentes filières étudiées (au moins deux filières)
- **78 compétences spécifiques** à une filière et/ou une technique de décarbonation.

<b>GROUPE MÉTIERS ÉLECTRIQUE</b>	Métiers relatifs aux systèmes électriques, électroniques et à la génération d'énergie électrique renouvelable
<b>MÉTIERS DU GROUPE</b>	Architecte électrique, ingénieur électromécanicien, ingénieur électronique de puissance, ingénieur stockage d'énergies, ingénieur systèmes électriques – réseau, ingénieur de maintenance multi-énergies, etc.
<b>Compétences communes</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Architecture électrique</li> <li>• Configuration de systèmes électroniques</li> <li>• Electrotechnique</li> <li>• Exploitation des documentations techniques (électriques, génie civil, plans isométriques, etc.)</li> <li>• Génie électrique/parcs et réseaux/montage raccordement et réseaux</li> <li>• Ingénierie des systèmes de câbles</li> <li>• Intervention sur des circuits électriques (mesures et opérations d'assemblage/maintenance)</li> <li>• Mécatronique</li> <li>• Modélisation et simulations (par logiciels)</li> <li>• Réglementation électrique</li> </ul>	
<b>Compétences spécifiques – Eolien Offshore</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingénierie sous-stations en mer</li> <li>• Conception de câbles de transmission électriques (e.g., wet design cable)</li> <li>• Raccordement électrique en milieu marin</li> <li>• GWO / BST (Basic Safety Training) : premiers secours, travail en hauteur et manutention, gestes et postures, sécurité incendie et survie en mer</li> <li>• ...</li> </ul>	
<b>Compétences spécifiques – Hydrogène vert</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Electrode et électrolyse</li> <li>• Maintenance des systèmes de purification de l'hydrogène</li> <li>• Maintenance des systèmes de compression</li> <li>• Electrochimie</li> <li>• Conception des systèmes de piles de cellules</li> <li>• Compréhension des aspects sécuritaires liés à la manipulation de l'hydrogène (matériel ATEX, ...)</li> <li>• ...</li> </ul>	
<b>Compétences spécifiques – Solaire</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensionner une installation PV réseau (compatibilité du câblage, calcul de productible, utilisation de logiciels avec prise en compte des normes)</li> <li>• Installation de systèmes solaires combinés</li> <li>• ...</li> </ul>	
<b>Compétences spécifiques – Décarbonation des procédés</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Electrification des procédés et intégration d'énergies renouvelables</li> <li>• ...</li> </ul>	

### 3. Les formations, la réponse indispensable aux spécificités des filières

L'analyse des formations énergies présentes en France a pour objectif de vérifier l'adéquation, ou non, des compétences délivrées par ces formations aux besoins des entreprises. Or, les entreprises interrogées ont, pour la plupart, souligné un décalage dans certaines filières.


Le rapport illustre l'insuffisance de certaines formations énergies (initiales et continues) en France et propose des cibles de formations futures, notamment, pour l'hydrogène.

#### Les formations initiales

Le faible nombre de formations énergies proposées en infra, ou post bac, est illustré en figure 64.

Sur les 9500 formations énergies répertoriées, la quasi-totalité délivre des compétences communes multi-énergies. Seuls **2 % (234) d'entre elles, offrent des formations spécifiques** à certaines filières.


FIGURE 64 CARTOGRAPHIE DES FORMATIONS INITIALES PAR NIVEAU D'ÉTUDE

 <b>FOCUS SUR LES FORMATIONS INITIALES</b>					
	NOMBRE DE FORMATIONS PROPOSÉES EN FRANCE ANALYSÉES	NOMBRE DE FORMATIONS LIÉES AUX GROUPES DE COMPÉTENCES	DONT NOMBRE DE FORMATIONS SPÉCIFIQUES AUX FILIÈRES CIBLES	PROPORTION DES FORMATIONS PAR NIVEAU	PROPORTION DES FORMATIONS SPÉCIFIQUES PAR NIVEAU
Infra Bac et bac (CAP - BAC PRO)	~22 000	5 408	0	56 %	0 %
Bac + 2/3 (BTS - BUT)	~21 000	3 120	151	32 %	5 %
Bac + 3 et plus		1 081	83	11 %	8 %
<b>TOTAL</b>	<b>~43 000</b>	<b>9 609</b>	<b>234</b>	<b>100 %</b>	<b>2 %</b>

La figure 65 dénombre 234 formations spécifiques, sur près de 10 000, réparties en 7 filières, parmi lesquelles :

- 0.86 % dédiées aux EnR (Solaire, Eolien, Géothermie)
- 0.34 % propre au solaire
- 0.36 % propre à l'éolien
- 0,05 % pour l'hydrogène
- Aucune formation pour le CCUS.

FIGURE 65 CARTOGRAPHIE DES FORMATIONS INITIALES SPÉCIFIQUES AUX FILIÈRES DE LA DÉCARBONATION

 <b>FOCUS SUR LES FORMATIONS INITIALES SPÉCIFIQUES AUX FILIÈRES DE LA DÉCARBONATION</b>		
	NOMBRE DE FORMATIONS SPÉCIFIQUES IDENTIFIÉES PAR FILIÈRE	PROPORTION DES FORMATIONS SPÉCIFIQUES PARMI LES FORMATIONS LIÉES AUX GROUPES MÉTIERS
Hydrogène	5	0,05 %
Géothermie	8	0,08 %
Bioénergies	23	0,24 %
Solaire	33	0,34 %
Eolien	35	0,36 %
Décarbonation des installations industrielles	47	0,49 %
dont CCUS	0	0,00 %
Energies Renouvelables	83	0,86 %
<b>TOTAL</b>	<b>234</b>	<b>2,44 %</b>

### Les formations continues

Avec **964 formations spécifiques** aux filières de la décarbonation, la formation continue totalise quatre fois plus de formations énergies que l'initiale (234) comme l'illustre la figure 67 ci-dessous

Ces formations sont cependant inégalement réparties selon les filières. A titre d'exemple :

- Une majorité se trouve dans **le Solaire** (habilitations

pour les interventions électriques en haute et basse tension, donc pouvant être transposables à d'autres filières).

- Un trop faible nombre existe dans **l'Eolien et la Géothermie** (habilitations pour le travail en hauteur et les premiers secours en éolien).

- Très peu de formations continues sont présentes dans l'Hydrogène (**4**)

**FIGURE 67** CARTOGRAPHIE DES FORMATIONS CONTINUES SPÉCIFIQUES AUX FILIÈRES



### L'adéquation partielle du dispositif de formations aux tensions des entreprises

Le fonctionnement de la formation en France aux métiers des énergies était plutôt adapté à un contexte d'acquisition progressif des compétences. Ce rythme, compatible notamment, avec des cycles de formations longs et les contrats long terme de l'industrie pétrolière et gazière, ne l'est plus vraiment dans le cadre du mix énergétique actuel et de la rapidité de ses évolutions.

La figure 68 compare les compétences nécessaires dans les métiers en tension, d'une part, aux besoins en emplois à 2030, d'autre part aux formations disponibles ou non en France.

Les tensions et besoins d'emplois se concentrent sur 4 domaines : **Electrique, Mécanique, Matériaux, Procédés**. Ces compétences concernent 48 % des métiers en tension aujourd'hui et 57 % des

emplois estimés à 2030. Elles sont notamment nécessaires dans les filières de l'Eolien Offshore et de l'Hydrogène. Elles sont aussi utiles dans d'autres filières, notamment les Bioénergies ou le Solaire.

**Concernant les tensions les plus fortes, en compétences Mécaniques, la figure 68 illustre une assez bonne adéquation du nombre de formations initiales délivrant cette compétence.** Il en est de même des compétences Electriques transmises via un grand nombre de formations.

**En revanche, il ne semble pas y avoir de formations générales suffisantes, dans les domaines suivants :**

- **Matériaux**, qui seront en tension en 2030.
- Procédés, peu en tension aujourd'hui, mais pouvant le devenir, d'ici 2030.

**FIGURE 68** COMPARAISON TENSIONS/EMPLOIS/FORMATIONS PAR BLOC COMPÉTENCES

BLOCS DE COMPÉTENCES	MÉTIERS EN TENSION AUJOURD'HUI	EMPLOIS À 2030	FORMATIONS INITIALES EXISTANTES
Electrique			
Procédés			
Mécanique			
Matériaux			
Génie civil			
Affaires			
Approvisionnement			
Projet			
Digital			
Expertise Avancée			
Environnement			
Géoscience			
Maritime			
<b>TOTAL</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>94 %</b>

Il est donc prioritaire de développer les formations dans ces quatre blocs de compétences.

- Les **dispositifs de formation existants ne permettent pas de répondre à l'accroissement des besoins en emplois dans l'Eolien et l'Hydrogène**
- Les **ingénieurs en sortie d'école, tireraient parti de la création de modules spécifiques supplémentaires dans l'hydrogène et l'éolien offshore** pour être opérationnels dès leur prise de poste
- Les profils **techniciens/opérateurs** ont besoin de formations et d'habilitations spécifiques dans les filières clés qui restent à créer et/ou développer (éolien, hydrogène notamment)

Le CCUS et la géothermie font aujourd'hui, majoritairement, l'objet d'acquisition de compétences sur le terrain. Elles pourraient faire l'objet de formations continues dédiées (aux compétences Procédés, Géosciences notamment), si les tensions étaient amenées à se développer dans ces deux domaines. Aujourd'hui les formations se font en interne par l'entreprise

### Les solutions préconisées en matière de formation

#### La valorisation de formations spécialisées courtes et des métiers associés

Les entreprises du secteur manquent toutes d'un nombre important de techniciens. Or, le dispositif formation n'incite pas les techniciens à se spécialiser dans des formations courtes. Il convient donc de valoriser les formations courtes (2 ans) et les métiers associés.

Parallèlement, il est important de valoriser, dès le lycée, le Bac STI2D très tourné vers l'énergie et les **passerelles pour intégrer des écoles d'ingénieur** après un BTS. Cela ouvrirait la voie à un plus grand nombre aux métiers des énergies, comme en atteste les écoles concernées.

#### La valorisation de l'alternance

La formation par apprentissage reste encore l'apanage privilégié des lycées professionnels. Les métiers techniques des énergies, via une formation BTS/BUT (BTS électrique, BTS Bâtiment & Energie, BTS Fluides & Energies, ou encore licences de tuyauteur ou de soudeur par exemple se font toutes par apprentissage (100 %).

Seuls 15 % des étudiants en formation d'ingénieur (ministère de l'Enseignement supérieur et de la recherche, 2021) sont en apprentissage.

Cette différence de traitement selon le type d'école/université complexifie la lisibilité des parcours de formation dans les énergies. Tant pour les formations d'ingénieurs que les autres, une plus grande simplicité et homogénéité favoriserait sans doute l'attrait de ces formations.

#### La régionalisation des parcours de formation

La relocalisation de la production d'énergie en France s'accompagne d'une amorce vers la régionalisation des parcours de formation. L'objectif est d'être au plus proche de l'écosystème d'emploi local. Les différents acteurs publics (préfectures, mairies, centres de formations, Pôle Emploi etc...) et privés (entreprises devant s'implanter dans la région) préparent, ainsi, en amont, une campagne de formations aux énergies décarbonées à développer localement.

Des écoles dédiées au forage, à l'hydrogène ou encore à l'énergie solaire ou éolienne tendent, ainsi, à se développer. Ces initiatives peuvent être de nature à développer l'attractivité des formations auprès des jeunes qui ne les suivraient pas si elles étaient localisées loin de leur centre de vie.





# IV. L'ATTRACTIVITÉ



LES FREINS À L'ATTRACTIVITÉ DU SECTEUR

34

LE DÉPLOIEMENT DE CAMPAGNES  
D'ATTRACTIVITÉ DU SECTEUR

36

## 1. Les freins à l'attractivité du secteur

Les freins à l'accroissement des talents dans le secteur des énergies sont multiples. L'accent sera mis sur deux freins sur lesquels il est possible d'agir rapidement, l'incertitude sur les perspectives de développement des nouvelles filières et le défaut d'attractivité du secteur.

### Le double frein à l'attractivité des énergies

#### Un rythme de développement du business incertain

L'analyse des questionnaires Entreprises a permis d'identifier les principaux freins au développement des EnR et de la décarbonation. Les freins majoritaires sont d'abord liés aux avancées technologiques et à l'insuffisance des compétences disponibles en France.

La figure 75 identifie les principaux freins par filière :

- 1<sup>er</sup> frein pour l'hydrogène et la décarbonation : **avancées technologiques et budgets associés en R&D**
- 1<sup>er</sup> frein pour l'éolien offshore : **L'acceptabilité de certains projets**
- **Les compétences** arrivent en 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> position pour toutes les filières
- **La formation** en 3<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> position pour toutes les filières.

Ces freins ne peuvent être levés qu'avec l'ensemble des acteurs, publics et privés.

**FIGURE 75** FREINS AU DÉVELOPPEMENT DES FILIÈRES - Questionnaire COMED Entreprises

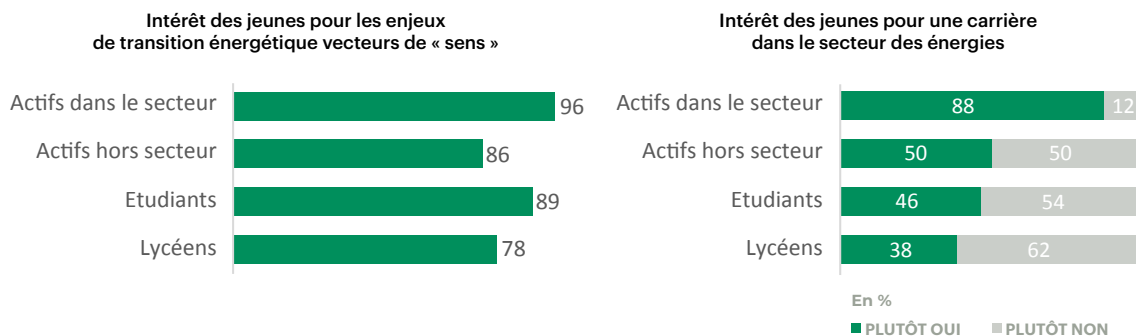
	EOLIEN OFFSHORE	HYDROGÈNE	DÉCARBONATION
Avancées technologiques / Investissements R&D / Coûts			
Compétences disponibles en France			
Formations disponibles en France			
Acheminement des matériaux			
Logistique			
Acceptabilité			

Le développement de la motivation des jeunes à rejoindre le secteur est donc crucial.

#### Une motivation insuffisante des jeunes pour intégrer le secteur

Il ressort de la figure 76 que les enjeux de transition énergétique intéressent les jeunes (de 16 à 35 ans), y compris les lycéens et étudiants (entre 78 % des lycéens et 89 % des étudiants montrent de l'intérêt). Ils perçoivent les enjeux des filières, en particulier ceux liés à la transition énergétique, comme vecteur de sens. Malgré ce réel intérêt, **moins de 40 % des étudiants et lycéens veulent travailler dans le secteur** (38 % chez les lycéens).

**FIGURE 76** ATTRACTIVITÉ DES ÉNERGIES AUPRÈS DES JEUNES - Questionnaire Jeunes COMED

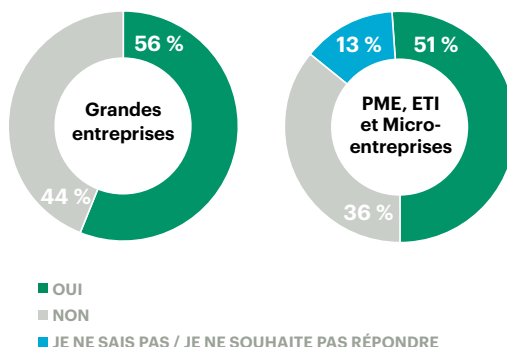


Une difficulté de recrutement néanmoins réelle

La figure 77 montre que plus de 50 % des entreprises interrogées rencontrent des difficultés à recruter des jeunes. A noter que ces résultats ne s'appliquent pas aux nouveaux entrants dans le secteur qui déclarent, eux, plus souffrir de l'insuffisance en nombre de candidats à recruter que d'un problème d'attractivité.

**FIGURE 77** ATTRACTIVITÉ DES ENTREPRISES - Questionnaire entreprises COMED

Avez-vous des difficultés à attirer les jeunes talents ?

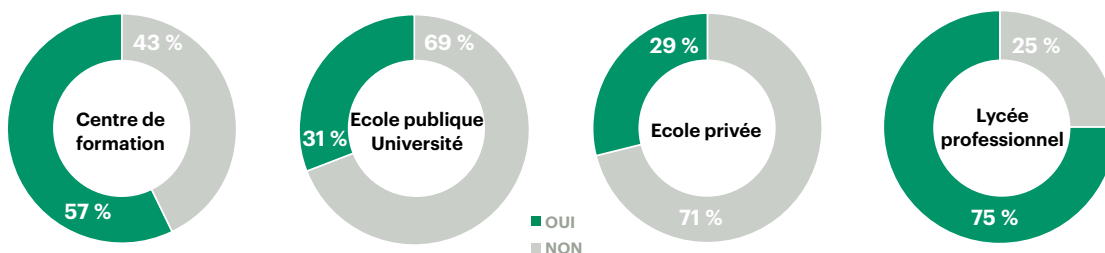


Une attractivité des formations énergies insuffisante auprès des jeunes

La figure 78 illustre les difficultés d'attractivité de certaines formations dans les énergies.

**FIGURE 78** ATTRACTIVITÉ DES FORMATIONS DÉDIÉES AUX ÉNERGIES - Questionnaire Ecoles Universités COMED

Avez-vous des difficultés à attirer des étudiants dans vos formations dédiées aux énergies ?



## 2. Le déploiement de campagnes d'attractivité du secteur

### Des parcours de carrières diversifiés

Le secteur des énergies offre un panel de métiers et d'opportunités de carrière très large. Ces parcours se caractérisent, en général, par :

- Des rôles et des activités diversifiés inter-filières voire inter-entreprises
- Des avantages compétitifs (salaire, primes, intéressement/participation, couverture sociale...)
- Des conditions de travail adaptables à tous (non genrées avec une forte volonté de féminisation)

La transition énergétique et l'évolution des emplois ajoutent quatre dimensions importantes à mettre en avant pour la promotion des parcours de carrières : la mobilité inter-filières, la synergie des compétences, l'attractivité territoriale et la digitalisation des compétences technologiques.

Il est important de donner de la visibilité, au travers d'exemples sur les parcours de carrières actuels ou à venir (cf. rapport intégral). Ces parcours ont vocation à se développer avec le mix énergétique décarboné et à sa relocalisation en France.

#### A. Valoriser la mobilité inter-filières

La mobilité inter-filières entre énergies est encouragée, dans certaines entreprises. Elle est parfois facilitée par des politiques de gestion des talents valorisant les mutations et l'adaptabilité.

Pour adresser l'enjeu multi-énergies, certaines entreprises ont regroupé leurs équipes techniques et recherche et développement. D'autres développent des parcours d'embauche d'emblée multi-énergies.

#### B. Valoriser les synergies des compétences permettant à des salariés d'industries connexes de rejoindre le secteur des énergies

La corrélation entre les compétences acquises dans l'industrie navale et celles nécessaires dans les énergies marines est souvent mise en avant. La « marinsation » des formations accompagne utilement cette complémentarité entre les deux secteurs pour répondre aux enjeux de parcours inter-industries.

#### C. Valoriser l'attractivité territoriale de certains parcours « durables »

La possibilité de développer des parcours en région peut attirer des personnes dont l'engagement régional est fort et/ou la mobilité ponctuellement restreinte.

Plusieurs éléments positifs peuvent être soulignés :

- Des parcours régionaux, horizontaux sont construits (changement de métiers, diversification fonctionnelle des connaissances, valorisation des formations)
- Des parcours inter-entreprises (et plus intra-entreprises), mixant parfois secteur public et privé
- Des évolutions répondant à plusieurs priorités des employés : équilibre vie privée/professionnelle, quête de sens, investissement dans l'innovation
- Des parcours compatibles avec les doubles carrières femmes/hommes si le tissu local se renforce
- Un moyen d'accroître le nombre de femmes dans le secteur et donc de « féminiser » les énergies, encore majoritairement composées d'hommes.

#### D. La digitalisation des compétences technologiques des énergies facilite les mobilités intersectorielles

Les carrières se feront dans le secteur des énergies et en dehors à l'avenir. Cette diversification des parcours est une bonne chose pour les entreprises et pour les salariés qui les rejoignent. Elle est, en effet, source d'une plus grande adaptabilité à l'évolution des marchés et des technologies d'une part, au besoin de changement des jeunes, d'autre part.

Les compétences technologiques connexes à plusieurs industries, navales, de la défense, des énergies (nucléaires et renouvelables) et des transports, notamment, seront valorisées dans le cadre de la réindustrialisation de la France. Il en est de même pour le secteur de la technologie avancée – objets connectés, intelligence artificielle, développement informatique, etc.

## Les actions prioritaires

### Créer des écosystèmes collaboratifs en région

La relocalisation des emplois en région liée à la production d'énergies renouvelables impose de développer l'écosystème local. Ceci passe par une collaboration étroite entre les organismes publics et les entreprises privées pour attirer les talents de la région, dont les jeunes, vers les emplois créés. Cette dynamique doit inclure une communication accrue sur les métiers et les perspectives de développement des parcours dans la région. Il devient essentiel de développer des campagnes de financement des formations et de communication, y compris des programmes de formations professionnelles de courte durée, pour transmettre les compétences techniques de base indispensables pour ces métiers. Les initiatives visant à rapprocher notamment Pôle Emploi, la région et les entreprises sont de nature à renforcer l'attractivité du secteur et des métiers. La vision collaborative aura d'autant plus de succès qu'elle adresse les enjeux propres, non pas à une entreprise, mais à la région dans sa globalité. Le cadre nouveau du mix énergétique suppose une planification de la stratégie énergétique par région, devant souvent faire appel aux compétences des salariés provenant de plusieurs entreprises. Le vecteur premier d'attractivité devient donc la transition énergétique appliquée dans la région, vecteur de sens pour tous.

### Lancer des campagnes de communication nationale/régionale

Le constat de l'attractivité insuffisante du secteur des énergies, en particulier, mais pas uniquement dans les entreprises multi-énergies est partagé par de nombreux acteurs. Il vise non seulement les métiers d'ingénieur mais aussi et encore plus ceux de techniciens. **Tous convergent pour dire qu'il est d'abord lié à un manque de communication sur l'intérêt des métiers du secteur des énergies et de l'industrie, plus largement.**

L'impact de la communication sera d'autant plus fort qu'elle est portée par un organisme gouvernemental. C'est la raison pour laquelle le premier axe de

communication pourrait viser d'abord, **les collégiens et lycéens dont le choix professionnel n'est pas encore fait.** La communication par filière viendrait utilement en complément pour préciser les spécificités de chaque filière. Cette communication propre aux énergies profitera également à la réindustrialisation de la France compte tenu des liens connexes aux autres industries qui existent aujourd'hui.

# Conclusion

Le rapport COMED identifie, en premier lieu, les compétences transverses aux différentes filières de la décarbonation permettant de répondre au développement des emplois multi énergies.

Il confirme à ce titre, la nécessité d'anticiper, rapidement, la montée en compétences techniques, électriques, mécaniques, matériaux et procédés du plus grand nombre possible d'ingénieurs et de techniciens opérateurs.


Il fait état, par ailleurs, de l'importance des compétences requises dans le domaine des Affaires et des Projets, pour intégrer, dans ces emplois multi énergies, le cadre spécifique aux filières de la transition énergétique (négociation avec les parties prenantes nationales/régionales, business model économique, contrats d'achats d'électricité P.P.A).

Il souligne en second lieu, l'urgence de la création et/ou développement, de formations spécifiques à certaines filières (initiales et continues). Ces formations doivent combler le décalage existant entre le nombre d'emplois actuels et à venir et la faible quantité d'offres de formation, dans l'hydrogène renouvelable et l'éolien.

Surtout, il met l'accent sur un faisceau d'actions prioritaires de nature à favoriser l'adéquation rapide, entre l'offre d'emplois énergies décarbonées et la demande d'emplois dans ce secteur. Parmi ces actions figurent les suivantes :

- La nécessité de consolider un calendrier ferme des projets éoliens, hydrogène, bioénergies etc...
- Une campagne de communication nationale de nature à donner confiance à tous les acteurs sur l'accélération effective de la production d'énergie décarbonée en France
- L'intégration dans l'enseignement, au plus tard, dès le collège d'une formation à la transition énergétique, de nature à attirer les jeunes vers ce secteur
- La centralisation sur un seul site Web de toutes les formations énergies actuelles et à venir pour susciter des vocations beaucoup plus tôt et auprès d'un plus grand nombre
- L'extension de l'apprentissage à un plus grand nombre de formations énergies, y compris dans les écoles d'ingénieurs, pour rendre les étudiants plus opérationnels en sortie d'école/université
- La valorisation des carrières de techniciens/opérateurs, tant financièrement qu'en termes de passerelles, notamment, inter catégorielles (vers des métiers d'ingénieurs et de cadres) pour que les jeunes les considèrent comme un tremplin, pour progresser dans leur carrière.

Face à l'urgence de la transition énergétique, il est important de faire converger les points de vue sur les actions prioritaires pour y répondre. Concomitamment à la mise en place de nouvelles formations dispensant les compétences requises pour produire des énergies décarbonées, il est indispensable de prendre le temps de convaincre, par l'éducation, que l'énergie est l'affaire de tous, à la portée de chacun et fait partie des engagements citoyens.



“ Il est indispensable de prendre le temps de convaincre, par l'éducation, que l'énergie est l'affaire de tous, à la portée de chacun et fait partie des engagements citoyens. ”



**GOVERNEMENT**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



**EVOLEN**  
Energies  
Aujourd'hui & Demain

**Pour toute information concernant le rapport COMED et EVOLEN :**  
Projet COMED | EVOLEN - Energies Aujourd'hui & Demain

**Pour tout contact :** [comed@evolen.org](mailto:comed@evolen.org)  
Tel. 01 47 17 61 75 (Responsable Ressources Humaines EVOLEN)