



## La transition émotionnelle

Depuis qu'il est sur terre, l'homme n'a cessé de rechercher des sources d'énergies toujours plus prometteuses. La maîtrise du feu fut une étape majeure dans la longue série des « transitions énergétiques ». La diversification fait partie des enjeux. Le feu et tout ce qui produit de l'énergie par le feu restent entourés d'un mystère fascinant mais redouté. Vouloir économiser le charbon, le pétrole, le gaz et les matières fossiles est une très bonne façon de protéger l'avenir. Mais la vraie question est de bien choisir quand et comment. Les brandisseurs de pancartes « anti énergies fossiles », les locuteurs politiques ignorants des réalités physiques et économiques exploitent inutilement l'émotion et font commettre des erreurs grossières, allant même à l'encontre des principes qu'ils clament haut et fort. Paradoxe de notre époque, l'influence d'un courant de pensée qui exhorte à consommer moins et mieux l'énergie accessible conduit à un prodigieux gaspillage de ressources. En France, le remplacement de la production électro nucléaire par la production des éoliennes et des cellules photovoltaïques coûterait entre 1200 et 1500 milliards d'euros (soit 22.400 € par Français), sans tenir compte des coûts d'adaptation du réseau. Un tel gouffre financier ne garantirait cependant pas la fourniture ininterrompue d'électricité au réseau consommateur. Le stockage de l'électricité, nécessaire lorsque la production est variable et intermittente (éolien et photovoltaïque), n'est pas techniquement et économiquement au point. Ces sources intermittentes ont besoin du feu des centrales à gaz et à charbon pour compenser leurs baisses de régime et leurs interruptions.

En termes de planification, la question de l'échelle de temps est incontournable. Pour le photovoltaïque, l'intermittence est journalière, et la variation est saisonnière. L'échelle de la semaine paraît envisageable pour l'éolien, en ignorant les phénomènes extrêmes (tempêtes, calme plat). Pour s'affranchir des sources thermiques, la technique adaptée au stockage journalier serait l'accumulation électrochimique. Les stations d'énergie par pompage (STEP) conviennent au rythme de stockage hebdomadaire, voire saisonnier. De telles stations existent en France (Revin, Montézic, Grand'Maison, Super-Bissorte). Ces stations sont liées au potentiel hydroélectrique du pays, proche de la saturation. Elles pourraient lisser des variations de puissance de quelques gigawatts. Mais le scénario envisagé par les politiques vise une puissance éolienne de 100 gigawatts. Il faudrait développer d'autres méthodes de stockage. Ces dernières en sont au stade du concept. Le plus populaire est la production d'hydrogène par électrolyse. L'hydrogène stocké est ensuite consommé directement ou indirectement dans une turbine à gaz pour produire de l'électricité (en produisant du méthane par la réaction de Sabatier).

Au mois de décembre 2016, période de forte demande, les nouvelles exigences de l'Autorité de sûreté nucléaire ont amené EDF à mettre à l'arrêt une fraction importante du parc de réacteurs, contrignant la France à importer de l'électricité des pays voisins. La Loi de transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) prévoit qu'un tiers de la production nucléaire devrait être remplacé par les énergies renouvelables éolienne et photovoltaïque, dès 2025. Or, pendant ce mois de décembre 2016, la production éolienne n'a représenté que 3% de la consommation d'électricité, à comparer aux 73% du nucléaire et à 0,6% pour le photovoltaïque. Notre pays n'a pas les moyens que requiert la satisfaction de cet objectif de transition. Rendre plus performantes et encore plus sûres nos centrales nucléaires coûterait beaucoup moins cher, tout en préparant les générations de réacteurs qui satisferont notre indépendance énergétique en matière d'électricité pour des milliers d'années. L'atome n'est pas maudit. Les Etats-Unis, la Chine, la Russie, le Royaume-Uni, le Japon, et même l'Allemagne ne tournent pas le dos au programme nucléaire. L'Espagne a arrêté le développement des éoliennes pour se concentrer sur le gaz (naturel ou de schiste). Sous l'emprise de l'émotion, la France préfère, pour le moment, servir des intérêts improductifs\* et engloutir ses ressources dans des projets sans issue. Le réveil sera douloureux.

\* Les subventions aux investissements dans l'éolien et le photovoltaïque, et l'achat de l'énergie produite par ces sources à des tarifs exorbitants, le tout aux frais du contribuable.

Michel HARMANT

# Les métiers des énergies renouvelables

ENR, DE QUOI PARLE-T-ON ?  
pages II et III

VINCENT JACQUES LE SEIGNEUR,  
PRÉSIDENT D'OBSERV'ER  
ET DE LA FONDATION ÉNERGIES  
POUR LE MONDE  
page IV

PANORAMA  
DES CARACTÉRISTIQUES DES ENR  
pages V à IX

ROBERT PIERRON, AFDET :  
TRANSITION ÉNERGÉTIQUE,  
QUELS IMPACTS SUR LES FORMATIONS  
ET LES EMPLOIS ?  
pages IX

DES MÉTIERS EXISTANTS  
QUI SE SONT ADAPTÉS  
AUX SPÉCIALITÉS  
DE CHAQUE FILIÈRE  
pages X à XII

MOBILISATION AUTOUR  
DES FORMATIONS LIÉES AUX ENR  
page XIII

QUELLES FORMATIONS  
POUR LES ENR ?  
pages XIV et XV

CARNET D'ADRESSES  
page XVI



Dossier réalisé par René BROUILLET  
avec la participation de Viviane DERIVE

# ENR, DE QUOI PARLE-T-ON ?

**Une énergie renouvelable, ou EnR en abrégé, est une source d'énergie qui se constitue ou se reconstitue plus rapidement qu'elle n'est utilisée.**

## Avant-propos

La revue L'enseignement technique avait traité en 2013 des métiers de la production d'énergie (N°239). Les évolutions environnementales et technologiques amènent aujourd'hui notre revue à questionner le domaine des énergies renouvelables pour mettre en évidence les métiers de ce secteur. Les données de ce dossier s'appuient sur plusieurs sources d'informations : les sites des 2 organismes cités l'Observatoire des énergies renouvelables et le syndicat des EnR Panorama de l'électricité renouvelable International énergie association (IEA) Cleantech République, magazine des technologies vertes...

L'énergie solaire est inépuisable à l'échelle des temps humains, de même que les énergies qui en dérivent : l'énergie éolienne (vent), l'énergie hydraulique (cycle de l'eau), la biomasse produite par photosynthèse. Il en est de même pour l'énergie due à la gravité (énergie marémotrice) ou à la géodynamique interne (énergie géothermique).

### Comment ça marche ?

#### ■ L'éolien

Il permet de produire de l'électricité en utilisant la force du vent. Cette technique connaît actuellement un développement important et va également s'étendre prochainement en mer. C'est ce qu'on appelle l'éolien offshore.

#### ■ L'énergie hydraulique ou hydroélectricité

Des turbines utilisent la force motrice des chutes d'eau pour générer de l'électricité. Il existe trois modes de production : les cours d'eau, les marées et les courants marins. Les petites centrales avec les grands barrages et les usines marémotrices forment la filière hydraulique, deuxième source d'énergie renouvelable dans le monde.

#### ■ Le solaire photovoltaïque et le solaire thermique

Les capteurs solaires thermiques permettent de produire de l'eau chaude. Les capteurs solaires photovoltaïques captent la lumière du soleil et la transforment en électricité.

#### ■ La géothermie

La chaleur du sous-sol terrestre est utilisée pour chauffer de l'eau ou produire de l'électricité.

#### ■ La biomasse

La ressource énergétique provient des végétaux (bois, paille, maïs), du biogaz (déchets organiques des animaux ou des végétaux) et des biocarburants provenant de plantes cultivées (tournesol, betterave, colza...). En raison de la place importante du bois, elle est la première énergie renouvelable.

### Pourquoi depuis plusieurs années ces énergies sont-elles développées ?

Les modes de vie et de production industriels actuels ont considérablement accru les besoins en énergie dans tous les pays, pays industrialisés, pays en développement. Par ailleurs, l'accès à l'énergie électrique en particulier est essentiel dans les pays en voie de développement. Satisfaire ce besoin est un challenge primordial d'autant que les sources d'énergies utilisées au cours du XXe siècle se sont appuyées sur des ressources non renouvelables (charbon, pétrole) et génératrices de pollution. Aujourd'hui, compte tenu des contraintes environnementales la recherche de sources d'énergie moins polluantes et renouvelables devient une préoccupation majeure pour l'ensemble des pays qui ont pris conscience de tous ces enjeux.

### Pourquoi une transition énergétique en France ?

La France mise sur le développement des énergies renouvelables pour réduire sa dépendance énergétique, maîtriser l'approvisionnement en matières premières, pour diminuer les émissions de gaz à effet de serre et la consommation globale en énergie.

Cet ensemble d'objectifs rend les choix du mix énergétique délicat car certaines de ces énergies renouvelables peuvent contribuer à développer du CO<sub>2</sub> (biomasse). Il faut donc trouver un équilibre de ce point de vue et également en termes économiques.

Ces évolutions demandent du temps pour développer de nouvelles technologies de production d'énergie et pour adapter les équipements d'utilisation : c'est la transition énergétique qui fait l'objet d'une loi adoptée en 2015 et qui vise notamment à :

- multiplier par 2 la part des énergies renouvelables d'ici 2030,
- diminuer à 50 % d'ici à 2025 la part du nucléaire dans la production d'électricité (actuellement 77 %),
- diminuer par 2 la consommation globale

d'énergie d'ici 2050 (en particulier en réduisant la consommation des bâtiments neufs et déjà construits).

Ces développements doivent se faire de façon combinée pour répondre à des besoins énergétiques diversifiés selon les territoires au plus près des utilisateurs (industriels, particuliers). C'est là que doivent se faire les choix du mix énergétique ou du mix électrique.

### Quels sont les secteurs en développement ?

### On note actuellement un réel engouement pour les EnR en France

Environ 9 Français sur 10 soutiennent le développement des énergies renouvelables car ils voient les énergies renouvelables comme une source d'économies financières. Ils déclarent qu'ils ont l'intention d'équiper leurs logements en systèmes utilisant des énergies renouvelables. Cette position est liée au contexte de soutien fiscal apporté par les politiques publiques.

Parmi les ressources, le bois est l'énergie qui rencontre le plus gros succès. Cependant certaines communes en limitent l'usage du fait de la production de CO<sub>2</sub>.

### Des offres d'emplois à la hausse

Actuellement on compte 90 000 emplois dans les énergies renouvelables et 220 000 dans l'efficacité énergétique. Le Syndicat des Énergies Renouvelables (SER) estime possible la création dans l'hexagone de 125 000 emplois supplémentaires directs et indirects d'ici l'année 2020, soit un total de près de 225 000 emplois dans le secteur.

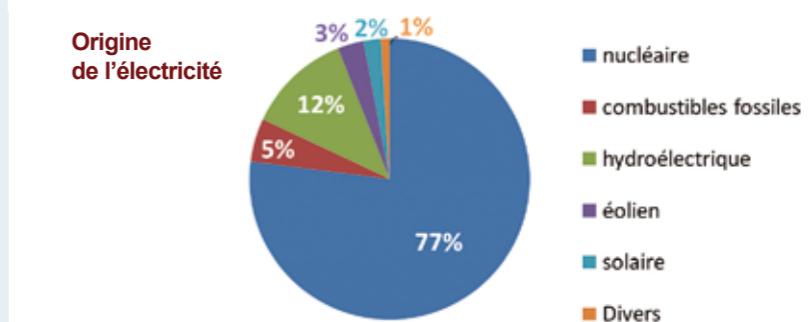
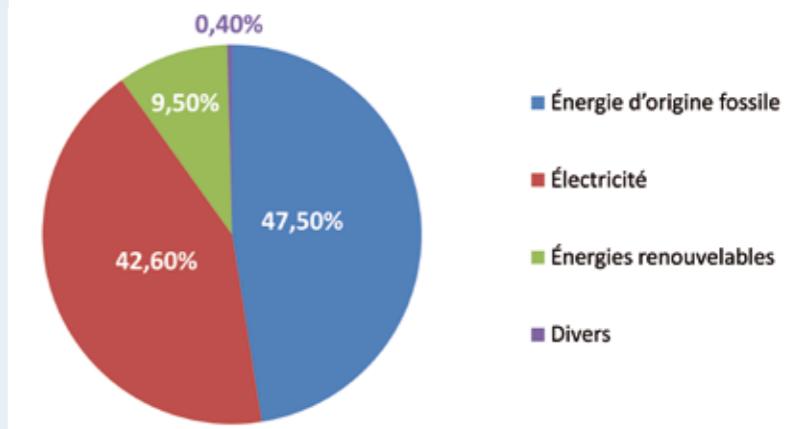
### Biomasse et hydroélectricité

Ce sont deux EnR déjà exploitables du fait des études et du développement des systèmes de production. La mise en œuvre et l'exploitation de ces énergies concernent de nombreux secteurs : industrie, bâtiments, urbanisme, transports, ventes, marketing, agriculture, sylviculture. La biomasse et l'hydroélectricité (plus particulièrement les hydroliennes, car les sites de barrage sont saturés) vont se développer et créer des emplois.

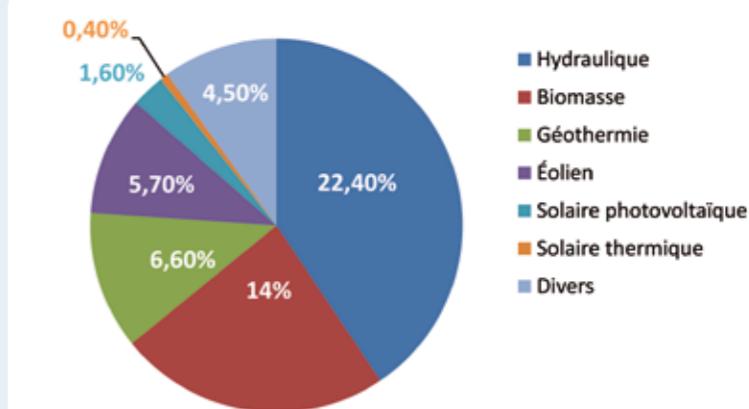
Dans les prochaines années, l'éolien, le solaire et la géothermie sont aussi appelés à se développer, même si, à l'échelle nationale, certaines énergies renouvelables comme le photovoltaïque baissent sensiblement aujourd'hui à cause de la diminution des soutiens financiers.



## L'énergie en France en 2015



## Origine de la production des énergies renouvelables en France



**Vincent Jacques Le Seigneur,  
président d'Observ'Er  
et de la fondation Énergies pour le monde**

**De bonnes formations existent  
dans tous les segments  
des différentes filières,  
mais celles-ci étant en plein développement,  
il faut sans cesse ouvrir de nouveaux cursus**

Quelles sont les prévisions d'évolutions technologiques et économiques du secteur ?  
Quelles sont les technologies à développer en priorité ?

Dans le domaine des énergies renouvelables, il convient de faire une double distinction, d'une part, entre les énergies électriques et les énergies thermiques et, d'autre part, entre les technologies qui ont déjà fait leurs preuves et celles qui sont en devenir. Sur le premier point, il est clair, aujourd'hui, que c'est bien l'électricité renouvelable qui a le vent en poupe, non la chaleur, cela pour deux raisons : les systèmes en place, notamment dans le collectif, privilègient les énergies fossiles (que le faible cours du brut ne remet pas en question) et les lois de la physique rendent aisément le transport de l'électricité mais difficile celui de la chaleur. Sur le second point, il y a une filière porteuse d'emplois et déjà centenaire, c'est l'hydraulique (12 000 emplois) qui va devoir faire une cure de jeunesse et recruter ; deux filières sont en pleine expansion un peu partout dans le monde : l'éolien avec près de 15 000 emplois en France, dont 2 000 créés en 2015, et le photovoltaïque avec 8 000 emplois. Toutes deux sont porteuses sur toute la chaîne de la valeur : études, fabrication de composants, ingénierie, construction, exploitation et maintenance ; enfin des filières sont en devenir et on ne peut pas encore estimer précisément leur potentiel en termes d'emplois : la biomasse, le biogaz, la géothermie, les énergies marines ou le solaire thermodynamique.

Quel est le rôle d'Observ'ER pour les EnR ?

Depuis plus de 30 ans, l'association Observ'ER recueille, analyse et publie les données de référence dans le domaine des énergies renouvelables. Nous avons trois métiers bien distincts : celui d'éditeur avec, par exemple, un ouvrage récent - L'électrification solaire photovoltaïque\* - qui connaît un grand succès ; celui d'organe de presse avec trois magazines consacrés respectivement à l'éolien (Le Journal de l'Éolien\*), au photovoltaïque (Le Journal du Photovoltaïque\*) et à l'ensemble des énergies renouvelables (Le Journal des Énergies Renouvelables\*) ; et enfin un service des études qui publie notamment, chaque année depuis 15 ans, le Baromètre européen des énergies renouvelables pour le compte de la Commission européenne. Nous sommes donc un centre de ressources assez complet sur l'ensemble des énergies renouvelables.

Quelles sont vos relations avec le syndicat des EnR et avec les entreprises ?

Nous sommes très complémentaires : le Syndicat des énergies renouvelables (SER) a vocation à défendre les intérêts de la profession alors que nous sommes dans le secteur de l'information et de l'analyse. Ainsi, toutes les entreprises membres du SER sont aussi nos lecteurs, mais notre zone de chalandise est plus vaste, car nous nous adressons aussi aux particuliers, aux collectivités locales et à un lectorat qui n'est pas exclusivement français.

Les formations actuelles sont-elles adaptées aux enjeux ?  
Quelles sont celles à développer en priorité ?

De bonnes formations existent dans tous les segments des différentes filières, comme le montre le Guide des formations aux énergies renouvelables\* que nous publions chaque année. Mais s'agissant de filières en plein développement, il faut sans cesse ouvrir de nouveaux cursus. Ainsi, et ce n'est qu'un exemple, le rôle croissant des collectivités locales en matière d'énergies renouvelables offre de nouvelles perspectives d'emplois qualifiés et spécifiques. Dans la nouvelle organisation énergétique, il faut assurer de nouvelles fonctions là où, auparavant, ce n'était pas nécessaire car le système était très centralisé et qu'il y avait une situation de monopole, à la fois économique et technologique.

Les métiers offrent-ils des opportunités d'emploi ?

Quelle est la situation actuelle des emplois ?  
Quelles sont les perspectives d'évolution à moyen terme et à plus long terme ?

Bien évidemment, c'est ce que je ne cesse de répéter aux jeunes diplômés que je croise, quelle que soit leur qualification. La transition énergétique, désormais inscrite dans la loi, nécessite un profond bouleversement, non seulement de nos modes de production et de distribution, mais aussi de nos façons de consommer : d'ici 2030, 32 % de la consommation finale d'énergie devra être assurée à partir des énergies renouvelables, soit 40 % de l'électricité, 38 % de la chaleur et 15 % des carburants. Nous n'en sommes qu'à la moitié de cet objectif. C'est donc un pas de géant que nous devons franchir et toutes les compétences seront mobilisées pour y parvenir.

\* disponible sur [www.librairie-energies-renouvelables.org](http://www.librairie-energies-renouvelables.org)



## PANORAMA DES CARACTÉRISTIQUES DES ENR

*Pour mieux cerner les métiers concernés il faut faire un tour d'horizon des différentes solutions technologiques mises en œuvre dans les énergies renouvelables.*

### Les éoliennes, une filière en croissance depuis plusieurs années

Le développement des éoliennes a été important ces dernières années. Il y a environ 1400 parcs éoliens qui contribuent pour environ 5% à la production électrique. Celle-ci étant très variable, il est difficile de tabler uniquement sur cette source. Lorsque la production est élevée au regard du besoin, il faudrait de nombreux dispositifs de stockage de l'énergie qui sont très coûteux.

#### Où sont implantées les éoliennes ?

Il existe deux sortes de parcs éoliens :  
• les éoliennes terrestres  
• les éoliennes en mer avec 2 types différents : les éoliennes ancrées sur le fond marin et les éoliennes flottantes

Pour les éoliennes marines : les implantations sont plus récentes.

Differents projets sont en cours ou en cours d'étude sur 4 sites :

- Courseulles en Mer dans le Calvados
- Fécamp dans la Seine Maritime
- Saint-Nazaire en Loire Atlantique
- Saint-Brieuc Côtes d'Armor

Deux usines seront construites, une à Saint-Nazaire pour les générateurs et les nacelles et une autre à Cherbourg pour les mâts et les pales.

Pour l'éolien marin des grandes entreprises françaises comme EDF, Areva, Alstom sont impliquées.

#### De la fabrication à la maintenance... de nombreuses étapes de travail

L'éolienne est un ensemble complexe constitué de nombreuses pièces fabriquées indépendamment :

- le mât avec des tubes d'acier coniques ou en béton (construction métallique)
- les pales et la nacelle en fibres de verre,
- le corps du mécanisme en fonderie.

Diverses entreprises interviennent dans ces

#### Comment ça marche...

Une éolienne produit de l'électricité grâce au vent. Sous l'effet de celui-ci, l'hélice, appelée aussi rotor, se met en marche. Ses pales tournent. Le rotor est situé au bout d'un mât car les vents soufflent plus fort en hauteur. Suivant le type d'éoliennes, le mât varie entre 10 et 100 m de haut. Le rotor comporte généralement 3 pales, mesurant entre 5 et 90 m de diamètre. L'hélice entraîne un axe dans la nacelle, appelé arbre, relié à un alternateur. Grâce à l'énergie fournie par la rotation de l'axe, l'alternateur produit un courant électrique alternatif. Pour pouvoir démarrer, une éolienne nécessite une vitesse de vent minimale d'environ 10 à 15 km/h. Pour des questions de sécurité, l'éolienne s'arrête automatiquement de fonctionner lorsque le vent dépasse 90 km/h. Le courant produit est injecté dans le réseau de distribution. Des transformateurs adaptent la tension à celle du réseau de raccordement.



## La bioénergie, le bois comme locomotive

### Comment ça marche...

La bioénergie est l'énergie stockée par la biomasse, généralement à partir d'énergie solaire.

**L**es bioénergies désignent l'énergie de la biomasse transformée en chaleur, en électricité, en gaz ou en carburant. Le terme de biomasse regroupe toutes les matières organiques qui peuvent dégager de l'énergie soit par combustion directe ou à la suite d'une étape de transformation. La biomasse représente donc aussi bien la fraction biodégradable des déchets industriels ou agricoles que le bois issu directement de la forêt.

Cette matière organique est exploitée grâce à des procédés thermiques (pyrolyse, gazification, combustion directe) ou biochimiques (méthanisation) afin de produire de l'énergie.

Les déchets urbains ou agricoles permettent ainsi d'alimenter des centrales thermiques ou des groupes électrogènes.

Deux catégories de biomasse sont ainsi utilisées :

- la biomasse ligneuse : le bois, la paille, la bagasse (fibre de la canne à sucre) utilisés en combustion au sein de centrales thermiques,
- la biomasse fermentescible : les lisiers, les résidus liquides, les déchets organiques ; d'abord convertie en biogaz par des micro-organismes, cette biomasse est ensuite brûlée dans des groupes électrogènes adaptés.

L'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe) a apporté son soutien à 1400 chaufferies collectives et 500 installations industrielles. Le bois énergie est le moins cher des combustibles.

Il existe de nombreux constructeurs d'appareils de chauffage au bois : cheminées, poêles à bois et à granulés, inserts, chaudières. On estime à 20 000 le nombre de personnes actives dans ce secteur.

Le bois peut être transformé en combustible élaboré sous forme d'alcool ou de gaz naturel de synthèse (GNS).

### Victor d'Hollander, Afdet

## Le biogaz, trop peu promu en France

**L**orsque l'on parle d'énergies renouvelables, ce sont les énergies éoliennes et solaires qui sont mises en avant et que l'on présente comme les seules solutions à la transition énergétique voulue par les politiques. Les énergies issues de la biomasse semblent être quelque peu ignorées. Toutefois, quand on parle de ces énergies, on pense à toutes ces chaufferies à biomasse qui fleurissent un peu partout ; ces chaufferies utilisent du bois récolté dans un périmètre plus ou moins large autour du lieu d'implantation de la chaufferie, et transporté par la route.

Ce dont on parle relativement peu en France, c'est le biogaz, issu de la fermentation en milieu anaérobie des matières organiques, en particulier du lisier animal. L'utilisation de biogaz est très largement répandue dans l'Europe du Nord et en Allemagne depuis de nombreuses années. L'utilisation du biogaz

arrive en France et semble être considérée comme une innovation ! Les initiatives portées par des groupements d'agriculteurs pour installer des unités de production de biogaz doivent être saluées ; ce biogaz est utilisé pour faire fonctionner des moteurs à gaz qui selon leur taille entraînent des alternateurs, ou bien servent de base à des unités de cogénération, c'est-à-dire produisant de l'énergie électrique et de la vapeur ou de l'eau chaude pour le chauffage urbain. Le biogaz peut aussi être utilisé pour les autobus de transport urbain.

La production de biogaz par les procédés de fermentation répond aussi à un cycle vertueux. En effet, le sous-produit de la fermentation est un compost de haute qualité pouvant être utilisé comme engrais dans l'agriculture. En outre, la combustion du bio gaz évite d'envoyer dans l'atmosphère du méthane qui possède un potentiel effet de serre vingt fois supérieur à celui du dioxyde de carbone.

## Solaire photovoltaïque : de grandes centrales en projet

**L**es performances d'une installation photovoltaïque dépendent de l'orientation des panneaux solaires et des zones d'ensoleillement, de l'heure de la journée, de la situation géographique et de la saison (variation de 1 à 6 entre l'hiver et l'été).

La gestion de la variabilité de la production demande un réseau intelligent qui doit compenser cette variabilité par un appel à d'autres sources d'énergie.

Il existe deux types d'usage et donc de panneaux installés :

- les panneaux connectés à un réseau électrique où le courant continu produit est transformé en alternatif par un onduleur et injecté dans le réseau,
- les panneaux non connectés en utilisation directe ; c'est le cas des sites isolés, comme les bâtiments. Dans ce cas, on doit installer des batteries pour accumuler l'énergie et la restituer suivant la consommation.

Les panneaux n'ont pas une durée de vie illimitée ; ils doivent être renouvelés et entretenus.

Notons que la majeure partie des panneaux photovoltaïques sont fabriqués hors de la zone Euro.

### Comment ça marche...

L'énergie solaire photovoltaïque provient de la conversion de la lumière du soleil en électricité au sein de matériaux semi-conducteurs comme le silicium ou recouverts d'une mince couche métallique. Ces matériaux photosensibles ont la propriété de libérer leurs électrons sous l'influence d'une énergie extérieure. C'est l'effet photovoltaïque. L'énergie est apportée par les photons (composants de la lumière) qui heurtent les électrons et les libèrent, induisant un courant électrique qui va être transformé en courant alternatif grâce à un onduleur. L'électricité produite est disponible sous forme d'électricité directe ou stockée en batteries (énergie électrique décentralisée) ou en électricité injectée dans le réseau. Un générateur solaire photovoltaïque est composé de modules photovoltaïques eux même composés de cellules photovoltaïques connectées entre elles.



## Les hydroliennes, un potentiel fort en France et en Europe

**L**e potentiel européen exploitable est important en raison des zones marines. Mais on ne peut pas placer des hydroliennes n'importe où ; elles doivent être situées dans des courants marins possédant une certaine vitesse de déplacement. De ce fait, les sites d'implantation sont limités à des zones bien définies. Elles présentent l'avantage de pouvoir fonctionner en continu jour et nuit et sont réversibles en fonction du sens du courant.

**Avantages :**

- Production prévisible (pour les marémotrices)
- Espace nécessaire réduit
- Création de zones de turbulence empêchant les dépôts de sédiment et l'envasement sur le dispositif
- L'exploitation ne génère aucun déchet, ni aucune pollution.

**Inconvénients :**

- Installation sous-marine (30 à 40 m de profondeur) difficiles d'accès et au coût élevé
- Création de zones de turbulence pouvant perturber le développement de la faune

### Des projets en cours

Les technologies appliquées aux hydroliennes sont encore récentes et font l'objet

### Comment ça marche...

A l'image de l'éolien qui utilise l'énergie cinétique de l'air, l'hydrolien utilise l'énergie cinétique des courants marins. La turbine de l'hydrolienne permet la transformation de l'énergie hydraulique en énergie mécanique, qui est alors transformée en énergie électrique par un alternateur.

C'est une source d'énergie particulièrement intéressante car elle est régulière et inépuisable.

Dans le cadre particulier des usines marémotrices, la production d'électricité est prévisible, puisque les marées peuvent être calculées à l'avance.

## L'énergie hydraulique, 2<sup>e</sup> source d'électricité en France



L'aménagement de Romanche-Gavet en Isère : c'est le plus grand projet hydroélectrique en cours de réalisation en France qui consiste à remplacer six centrales par une seule usine souterraine, plus performante et mieux intégrée à son environnement avec une galerie de plus de 9 km creusée dans le massif de Belledonne. La mise en service est prévue en 2017.

### Comment ça marche...

L'énergie hydraulique permet de fabriquer de l'électricité, dans les centrales hydroélectriques, grâce à la force de l'eau. Cette force dépend soit de la hauteur de la chute d'eau (centrales de haute ou moyenne chute), soit du débit des fleuves et des rivières (centrales au fil de l'eau). L'énergie hydraulique dépend du cycle de l'eau.

Sous l'action du soleil, l'eau des océans et de la terre s'évapore. Elle se condense en nuages qui se déplacent avec le vent. La baisse de température au-dessus des continents provoque des précipitations (pluie ou neige) qui alimentent l'eau des lacs, des rivières et des océans.

Une centrale hydraulique est composée de 3 parties : le barrage qui retient l'eau, la centrale qui produit l'électricité, les lignes électriques qui évacuent et transportent l'énergie électrique.

Elle est la plus importante source d'énergie renouvelable qui ne produise pas de CO<sub>2</sub>.



## La géothermie, une place encore très faible en France

**A**u sein de la filière de la géothermie, on distingue 3 segments distincts :

- la géothermie peu profonde de quelques centaines de mètres à basse température de 5 à 20 °C : c'est le domaine d'utilisation des pompes à chaleur,

- la géothermie profonde à plus haute température de 50 à 100°C : c'est le domaine d'utilisation des réseaux de chaleur avec des systèmes de distribution de la chaleur à plusieurs utilisateurs,

- la géothermie très profonde avec des forages de plus de 3000 m à très haute température pour la production d'électricité.

Pour exemple, l'installation de Chevilly-Larue pompe l'eau à 2000 m de profondeur à une

température de 74 °C. Elle permet d'alimenter 21 000 logements et des équipements publics.

### Potentiel de la géothermie

En France, la place de la géothermie est très faible (0,1 % de l'électricité renouvelable) mais elle permet la production en continu d'énergie.

Le Bureau de recherches géologiques et minières (BGRM) est un acteur important de ce domaine. Il est actif dans toutes les formes de géothermie :

- les pompes à chaleur pour le chauffage, la production d'eau chaude sanitaire,
- les réseaux de chaleur en développant des outils de simulation innovants pour les bâtiments,
- la production d'électricité.

### Comment ça marche...

La géothermie est la technologie qui consiste à prélever de l'énergie thermique contenue dans le sol pour l'utiliser comme source de chauffage ou de production d'électricité.

**Robert Pierron  
Afdet**

## Transition énergétique : quels impacts sur les formations et les emplois ?

**L**e récent dossier publié par la revue Formation Emploi\* permet de faire le point sur l'état des recherches concernant les mutations des formations et des emplois relevant de « l'économie verte » et plus particulièrement des mutations induites par la double transition écologique et énergétique impactant l'ensemble des activités avec des intensités et ampleurs diverses.

Trois grandes constatations très liées traversent l'ensemble des analyses proposées :

1°) Les évolutions des contenus des activités et des emplois concernés ne dessinent que très rarement l'apparition de secteurs et surtout de métiers intégralement nouveaux. Les mutations vont plus loin que des « verdissements » de surface, mais elles dessinent peu fréquemment l'apparition intégrale d'un domaine spécifique, qui n'aurait pas existé auparavant, ce qui s'explique par leur caractère majoritairement transverse.

2°) Les spécialités, qualifications ou compétences souvent présentées comme « émergentes » ne consistent donc pas le plus souvent dans la mobilisation de savoirs et savoir-faire relevant de la constitution de spécialités inconnues, mais dans de nouvelles combinaisons de spécialités déjà existantes et mobilisant donc ces spécialités de façon autre, ce qui n'est évidemment pas neutre en termes d'organisation.

3°) Les mutations associées à la double transition et plus particulièrement dans le domaine énergétique, impliquent donc une approche en termes systémiques et induisent des dimensions scientifiques et technologiques importantes, plus ou moins liées à des processus d'élévation du niveau requis, ce qui peut s'avérer délicat en termes de gestion prévisionnelle des emplois et des compétences pour certains employeurs.

(\* ) Économie verte : rupture ou adaptation de la formation et de l'emploi – Dossier de la revue Formation Emploi, coordonné par Patrice Cayre et Robert Pierron, N°135, Juillet-Septembre 2016, Paris, La Documentation française.



# DES MÉTIERS EXISTANTS QUI SE SONT ADAPTÉS AUX SPÉCIALITÉS DE CHAQUE FILIÈRE

**La diversité des technologies mises en œuvre pour la production des énergies renouvelables et la variété des installations et des appareils existants conduisent à un nombre important de métiers, une cinquantaine selon certains organismes (Cleantechrepublic) qui peuvent être regroupés car ils présentent des caractéristiques communes.**

Les sociétés industrielles qui conçoivent et réalisent les matériels\* mis en œuvre dans l'industrie des énergies renouvelables ont besoin d'opérateurs, de techniciens, d'ingénieurs dans des spécialités très différentes dont la plupart correspond à des métiers industriels tel que mécanicien, électricien, électronicien, ajusteur monteur...

La plupart des métiers des énergies renouvelables ne sont pas spécifiques au secteur. Il s'agit de professions déjà existantes... qui se sont adaptées. On y retrouve des métiers :

- **de recherche** : chercheur pour l'amélioration des performances et la recherche de solutions sur des aspects technologiques plus particulier à certaines EnR.

- **d'ingénierie** : chef de chantier éolien, chef de projet énergies renouvelables, chef de projet éolien, photovoltaïque ou biomasse, géo thermicien, ingénieur en énergie solaire, responsable hydroélectrique, chef de projet biomasse...

- **d'exploitation** : chef de chantier, installateur de panneaux photovoltaïques, monteurs d'éoliennes, technicien thermicien, technicien d'exploitation hydraulique, installateur de pompes à chaleur, agent de distillation et de fermentation, pilote d'installations énergétiques...

- **de conseils et d'accompagnement** : installateur conseil en panneaux solaires, photovoltaïque et thermique, conseiller info-énergie...

- **de la maintenance** : technicien de maintenance des éoliennes...

## Les secteurs qui recrutent le plus

**Les PME et la fonction publique** sont les plus grands pourvoeux d'emplois liés aux EnR, que ce soit dans les bureaux d'études, en installation, en conseils ou en maintenance. Dans les collectivités territoriales, on les retrouve dans la création des politiques énergétiques locales, la promotion des technologies nouvelles, dans l'approche commerciale...

**Le secteur du bâtiment** est aussi concerné par le développement des énergies renouvelables. La réglementation thermique pour la construction de bâtiments prévoit leur intégration plus systématiquement. Sur l'habitat existant, elles sont également prises en compte très souvent par des particuliers qui veulent rénover et moins dépendre des énergies fossiles et de l'électricité

## Des besoins en hausse

À ce jour, on observe un besoin important d'installateurs de panneaux solaires photovoltaïques ou thermiques, de chaufferie bois et pompe à chaleur, ou formés aux métiers de la maintenance éolienne (qui nécessite des travaux à haute altitude) ainsi que de technico-commerciaux dans tous les secteurs des énergies renouvelables.

## La recherche nécessaire pour faire avancer l'innovation

Les énergies renouvelables donnent matière à des recherches dans de nombreux domaines notamment sur les matériaux : les travaux sur l'efficacité des panneaux photovoltaïques grâce à des recherche sur le silicium, ceux sur les matériaux plus légers et plus résistants pour les pales des éoliennes, ceux sur les fluides porteurs de chaleur en géothermie. Des recherches portent aussi sur les solutions de stockage de l'énergie, l'optimisation des batteries, le stockage des énergies renouvelables sous forme d'hydrogène... Ce sont toutes ces innovations qui pourront permettre de rendre les énergies renouvelables plus présentes dans le mix énergétique en France.

\* matériels pour les éoliennes, hydroliennes, panneaux photovoltaïques, pompes à chaleur, turbines et alternateurs, appareils de chauffage au bois, centrales de géothermie et centrales solaires.

## Chef de projet en développement d'énergies renouvelables

Chef d'orchestre de la mise en place d'un projet, c'est un spécialiste en énergies renouvelables. Son recrutement se fait à bac+5

### Son métier

Il intervient lorsqu'il y a un projet de développement d'énergie renouvelable dans une région. Il pilote le projet, depuis l'identification du site jusqu'à la phase de pré-construction. Son travail est de trouver le site idéal, de coordonner les activités des bureaux d'études afin de s'assurer de la faisabilité du projet, de gérer rigoureusement le planning et les budgets, de recruter les équipes.

Il doit aussi assurer les relations avec tous les acteurs liés au projet : élus locaux, juristes, financeurs et propriétaires de terrains afin de les convaincre de l'intérêt du projet.

Cet homme-orchestre doit avoir une solide maîtrise des techniques de gestion de projet et de bonnes connaissances techniques, juridiques et économiques du secteur des énergies renouvelables. Il doit également être doté d'une grande capacité de persuasion afin de rallier toutes les parties et obtenir les autorisations pour démarrer la construction du projet.

## Zoom sur les principaux métiers...

### ...dans le domaine de l'éolien

Chef de projet	Chargé de la prospection et du développement du projet, il assure les relations avec les élus et les administrations, la tenue des réunions publiques, du dépôt de permis de construire et du suivi général du projet jusqu'à sa livraison.	Bac +5
Chef de chantier	Chargé de la gestion du chantier, il réalise les appels d'offres, négocie avec les sous-traitants, sélectionne les entreprises de génie civil et celles de transport et des raccordements électriques. Il gère le chantier jusqu'à la livraison au client.	Bac +5
Responsable des fondations	Spécialiste en génie civil, il effectue les calculs afin que l'implantation des éoliennes soit en adéquation avec l'orientation des vents, la nature du sol, les matériaux utilisés pour la construction de l'éolienne. Il coordonne les étapes du projet de conception de parc éolien et aussi des voies d'accès et des travaux de drainage...	Bac+5
Électrotechnicien	Spécialiste des générateurs, il est garant du fonctionnement des assemblages électriques : lecture de schémas électriques, mise au point et validation des armoires électriques, validation du câblage...	Bac +2
Responsable d'exploitation	Chargé de la gestion de l'exploitation, il gère la production d'électricité du parc ainsi que sa vente aux fournisseurs d'électricité ou aux communes. Il assure le suivi des opérations de maintenance. Il participe au diagnostic des pannes d'activité pour garantir le meilleur rendement du parc.	Bac+3
Technicien de maintenance	Il planifie la maintenance préventive (entretien de l'éolienne) et effectue les réparations nécessaires. Il assure les relevés de compteurs électriques. Il doit être capable de travailler en hauteur.	Bac+2

### ...dans le domaine du solaire

#### Principaux métiers :

- Ingénieur en énergie solaire bac +5
- Conseiller technique de système solaire thermique bac +3
- Électricien de maintenance des systèmes solaires photovoltaïques CAP ou bac pro
- Monteur d'installations solaires CAP ou bac pro
- Nettoyeur d'installation solaire photovoltaïque



## Installateur de panneaux photovoltaïques

C'est un métier au croisement de plusieurs spécialités : couvreur, zingueur, électricien... L'installateur de panneaux solaires possède plus d'une corde à son arc, que les entreprises s'arrachent. Son recrutement se fait à partir du niveau bac professionnel et peut aller jusqu'à bac + 2/3 (BTS/DUT/licence professionnelle)

### Son métier

Son travail commence par l'analyse des besoins avec les clients et la recherche de solutions adaptées. Ensuite, il passe à la phase d'installation des panneaux capteurs d'énergie solaire photovoltaïques ou des panneaux solaires thermiques. Il doit faire preuve de multiples compétences et doit être vigilant sur les consignes de sécurité et les réglementations très strictes dans ce domaine. Une fois les panneaux solaires installés, le professionnel doit être sûr que le client sait utiliser de manière optimale son installation. Il doit aussi en assurer l'entretien régulier et faire les éventuels dépannages en cas de problème.

L'installateur de panneaux solaires peut, après quelques années, évoluer vers un poste de technicien conseil ou diriger une équipe.

### ...dans le domaine de l'hydraulique

Ingénieur hydroélectrique	Il intervient sur des projets d'aménagement hydroélectriques, réalise les analyses techniques de faisabilité, fait les appels d'offres, suit les travaux jusqu'à la finalisation du projet.	Bac+5
Équipementier en hydraulique	Il intervient dans la réalisation et la mise en place des installations mécaniques et électriques du projet.	Bac +5
Ingénieur hydromécanicien	Il assure le fonctionnement d'une station d'hydroélectricité et assure la productivité du site.	Bac+5
Responsable hydroélectrique	Il assure le suivi de la conduite des installations souvent automatisées, surveille les ouvrages de génie civil et les installations, garantit la sécurité des personnes et des biens.	Bac+5
Technicien de maintenance	Il assure la maintenance préventive et curative de l'ensemble des aménagements hydroélectriques.	Bac+2

### ...dans le domaine de la géothermie

Les métiers s'étendent des opérations de forage à celles de l'exploitation :

#### Géothermicien

La fonction est de suivre un projet d'exploration au forage avec les phases suivantes : • forage exploratoire : étude d'impact sur l'environnement, évaluation de la capacité de production ; • développement du projet ; • dimensionnement des ouvrages souterrains et des équipements associés, définition du programme des travaux et choix des entreprises ; • supervision du chantier.

Ce métier nécessite des compétences de géologue, géophysicien, hydraulicien, ingénieur de forage.

#### Technicien de géothermie

Il participe aux travaux de forage ; il est responsable du fonctionnement et de l'entretien du matériel.

#### Responsable de fonctionnement d'une centrale de production de chaleur

C'est un cadre qui, avec une équipe, dirige la production, la répartition, le fonctionnement des installations et des sous-stations de distribution de chaleur chez les clients.

#### Installateur de pompes à chaleur géothermiques

Monteur installateur qui peut travailler comme salarié ou artisan ; nécessite une formation professionnelle de niveau bac professionnel.

#### Technicien de maintenance des installations de géothermie



Forage au Dogger à environ 1 600 mètres, pour récupérer une eau à 64°C.

### ...dans le domaine des bioénergies

Agent de distillation et de fermentation	Pilote et contrôle des procédés chimiques sur des machines spécialisées	Bac pro
Pilote d'installation énergétique	Régule, à partir d'une salle de commande, l'ensemble de la production énergétique d'une installation et réalise les opérations de maintenance	Bac +2
Technicien de maintenance électrique en usine de biocarburant	Assure l'entretien électrique des équipements de production de l'usine (transformateurs et automates)	Bac+2
Mécanicien en usine de biocarburant	Assure l'entretien mécanique de toutes les installations des appareils de réception des matières premières jusqu'au chargement du biocarburant	Du CAP à bac +2
Cadre technique de production	Organise et dirige les activités de production du biocarburant	Bac+3/4
Ingénieur en méthanisation	Met en place et suit un projet de biométhanisation, organise le chantier	Bac+5
Technicien biométhanisation	Participe à la mise en place et à la maintenance des installations	Bac+2
Technicien de captage biogaz	Réalise pour une société de valorisation des déchets le réglage des réseaux de captage et leur entretien	Bac+2
Chef de projet biomasse	Définit un plan de développement pour la filière biomasse, le met en œuvre en coordonnant tous les intervenants : industriels, collectivités locales...	
Installateur de chaudière à bois	Réalise une mission technique et commerciale : conseille, vend, installe et entretient les chaudières	CAP

## MOBILISATION AUTOUR DES FORMATIONS LIÉES AUX ENR

#### Du côté des campus des métiers et des qualifications

L'offre de formation à tous les niveaux (du bac pro aux diplômes universitaires) et leur articulation, l'implication des différents acteurs concernés (laboratoires, universités, lycées, entreprises, collectivités locales) rendent nécessaire de regarder l'action des campus concernés par le domaine de l'énergie et plus particulièrement dans les EnR. En voici quelques exemples :

#### □ Grenoble énergie campus

Son objet est de développer les formations dans les filières de la maîtrise de l'énergie et de la production des EnR. Il s'appuie sur un pôle de compétitivité qui pilote des recherches dans le domaine du solaire, de l'efficacité énergétique dans le bâtiment, de la gestion des réseaux, du stockage de l'électricité, de la biomasse.

#### □ Énergie et efficacité énergétique (axe Rouen Fécamp)

Son objet est la production d'énergie par l'éolien en mer, la production, l'installation et la maintenance des éoliennes.

#### □ Bois (campus d'Epinal)

Il œuvre au développement de la filière bois depuis la gestion des ressources jusqu'aux produits dérivés : construction, meubles, biomasse, recyclage

#### □ Habitat, énergies renouvelables, éco-construction (Nîmes)

#### Du côté des partenariats de développement territorial

En partenariat avec les agences locales de l'Ademe, les grétas ont mis en place des formations spécifiques concernant les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique, à destination des personnes en reconversion et/ou recherche d'emploi. À titre d'exemples :

#### □ Gréta Nantes BTP : mention complémentaire Technicien en énergies renouvelables option B Énergie thermique

#### □ Gréta Midi-Pyrénées : formation en alternance, bac pro Technicien en installation de systèmes énergétiques et climatiques (Tisec) et mention complémentaire Technicien en énergies renouvelables, option Énergie thermique

#### □ Gréta de Vendée : CQP Installateur maintenance en équipements thermiques solaires et photovoltaïques

#### □ Gréta de Rouen : formation à l'installation de panneaux solaires en partenariat avec le lycée de Fécamp et l'entreprise locale Ener Tech

#### □ Gréta de Grenoble : installation et maintenance des systèmes solaires photovoltaïques (formation validée mais non certifiée)

#### □ Gréta de Besançon : CQP Installateur(trice), mainteneur(euse) en systèmes solaires photovoltaïques et thermiques.



#### Organismes de recherches pour les EnR

##### IFP énergies nouvelles

1660 employés

Centre de recherches et de formations disposant de 2 sites : l'un à Rueil-Malmaison (92) et l'autre à Solaize (69).

Mission : apporter des solutions aux défis sociétaux de l'énergie et du climat avec création de richesses et d'emplois en soutenant l'activité économique et la compétitivité des filières concernées. École d'ingénieurs (IFP School) qui offre une formation complémentaire de 3e cycle aux métiers de l'énergie et de l'environnement et des formations professionnelles aux salariés de l'industrie. [www.ifpenergiesnouvelles.fr](http://www.ifpenergiesnouvelles.fr)

##### Ines de Chambéry

400 collaborateurs

Centre de référence européen pour l'énergie solaire et le bâtiment. Il encadre l'association NegaWatt qui a établi un scénario 2017-2050 pour la transition énergétique. Le centre possède 2 plateformes :

- recherches et innovations pour le solaire photovoltaïque, thermique et à concentration, le stockage de l'électricité et les bâtiments à haute efficacité énergétique ;
- formation et évaluation pour accompagner le développement des nouvelles technologies (formations initiales et continues). [www.ines-solaire.org](http://www.ines-solaire.org)

*Il existe de nombreuses formations qui peuvent relever des EnR ou constituer des voies d'entrée dans cette filière, du CAP, bac professionnel, BTS/DUT, licences professionnelles au bac +5 (diplômes d'écoles ingénieurs et/ou masters). Cette présentation ne peut donc être exhaustive.*

## QUELLES FORMATIONS POUR LES ENR ?

Il est possible, voire recommandé, d'acquérir des savoirs et compétences de base plus généralistes de façon à être en capacité de se diriger vers telle ou telle filière des EnR. Ainsi la fluidité d'un parcours professionnel sera plus aisée ; en effet en fonction des évolutions des politiques publiques sur les EnR, les offres d'emploi peuvent se réorienter.

Les formations dans les domaines de génie électrique, thermique ou climatique peuvent donc être une base solide avant toute spécialisation. Les portes d'entrée dans la filière se trouvent à tous les niveaux. Les passerelles existantes permettent aux personnes d'avancer vers des niveaux supérieurs de qualification qui sont fortement demandés dans cette filière.

□ Bac pro Technicien en installation des systèmes énergétiques et climatiques (Tisec). Il prépare des professionnels chargés de la réalisation d'équipements énergétiques et climatiques. La réalisation d'installations comprend l'implantation d'équipements, le raccordement de matériels, la mise en place et le branchement de dispositifs électriques, la configuration de régulations.

□ Bac pro Technicien de maintenance des systèmes énergétiques et climatiques (TMSEC). Ce technicien est chargé de la maintenance préventive et corrective (diagnostic, dépannage). Il intervient notamment sur des installations thermiques de toutes tailles et de tout type (appareils de climatisation individuel ou collectif, chaudières, réseaux de chaleur, énergies renouvelables).

### La formation en bac pro pourra être complétée par l'une des mentions complémentaires (MC)

□ Technicien(ne) en énergies renouvelables option énergie électrique ou option énergie thermique. Elle permet de se spécialiser dans la mise en œuvre d'équipements fonctionnant avec des énergies renouvelables et permettant d'améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments. Les énergies renouvelables principalement concernées pour l'option A Énergie électrique sont le solaire photovoltaïque et l'énergie éolienne et pour l'option B Énergie thermique, le solaire thermique, et la biomasse (notamment le bois énergie).

□ Technicien(ne) des services à l'énergie. Elle prépare à la conduite et à la maintenance des systèmes énergétiques de forte puissance dans le cadre de la gestion rationnelle du bouquet énergétique (générateurs de chaleur bois, solaires et pompes à chaleur).

### Des titres professionnels de niveau IV

Par ailleurs des titres professionnels de niveau IV sont répertoriés. Ils peuvent être délivrés dans le cadre de la formation continue, notamment le titre professionnel **Technicien de maintenance d'équipements de chauffage, de climatisation et d'énergies renouvelables**.

### L'offre de formations supérieures courtes, en BTS et DUT, est importante

□ BTS Électrotechnique

L'électronicien intervient dans les secteurs de la production industrielle, du tertiaire, de l'habitat, du transport et de la distribution de l'énergie électrique, mettant en œuvre diffé-

rentes formes d'énergie. Il procède à l'étude, la mise en œuvre, l'utilisation, la maintenance des équipements électriques. La grande pluridisciplinarité du métier l'entraîne à avoir des compétences générales dans l'ensemble du domaine technologique

□ BTS Fluides-Energies-Domotique avec 3 options :

- Génie climatique et fluidique
  - Froid et conditionnement
  - Domotique et bâtiments communicants
- BTS Maintenance des systèmes avec 3 options :
- A : Systèmes de production
  - B : Systèmes énergétiques et fluidiques
  - C : Systèmes éoliens

Le technicien titulaire de ce BTS intervient notamment sur les installations en assurant les missions variées de dépannage, de mise en service et de conduite d'installations. Il intervient sur des systèmes associant des technologies très diverses.

□ DUT Génie industriel et maintenance (GIM) Sa formation plutôt généraliste porte sur la maintenance des équipements et l'amélioration permanente des systèmes industriels.

□ DUT Génie thermique et énergie (GTE) Il traite de la production, de la transformation, de l'exploitation et de la gestion de l'énergie thermique dans les industries (industries métallurgiques et sidérurgiques, chimiques, industries du textile, agroalimentaire), dans le bâtiment et dans les transports.

Certains établissements proposent des formations complémentaires d'initiative locale post-BTS telle que celle de Technicien de maintenance du parc éolien (lycée Dhuoda à Nîmes, lycée François Bazin à Charleville-Mézières).

### Licences professionnelles

Les formations de licences professionnelles sont appréciées des professionnels du secteur ; elles permettent aux titulaires d'un BTS ou d'un DUT d'acquérir des compétences complémentaires dans le domaine des EnR. Crées à l'initiative des universités, elles sont nombreuses avec des dénominations variées. Citons-en quelques-unes :

- Maîtrise de l'énergie et énergies renouvelables (Marseille)
- Bâtiment et construction spécialité Génie climatique à qualité environnementale (Villeurbanne)
- Électrotechnique et énergies renouvelables (Nice),

□ Gestion de solutions énergies renouvelables et innovantes pour le bâtiment (Montpellier)

- Maîtrise des énergies, renouvelables et électriques (Annecy)
- Efficacité énergétique et intégration des énergies renouvelables (Evry)

### Masters

L'offre de formation est évolutive. La liste ci-dessous est un échantillon de cette offre :

- Stratégies et conduite en énergétique et énergies renouvelables : université de Picardie à Amiens
- Mesures énergétiques pour les énergies nouvelles : université de Lorraine Metz
- Énergie matériaux et procédés solaires : université de Perpignan
- Énergies nouvelles et énergies renouvelables : université de Nantes
- Energies et matériaux avancés en énergies renouvelables : université de Cergy Pontoise Mines ParisTech propose 2 masters européens à Sophia Antipolis.

### Formations d'ingénieurs

Les diplômes de nombreuses école d'ingénieurs généralistes type Écoles Centrales, Écoles des Mines, École des Arts et Métiers permettent d'intégrer les secteurs de la conception, de la réalisation et de l'exploitation des énergies renouvelables.

Il y a aussi quelques formations dédiées :

- Énergie conventionnelle et durable : EPF campus de Montpellier
- Énergie et développement durable : Esigelec
- Ingénieur fluides énergies réseaux environnement : convention entre l'école des Mines de Paris, le Cnam, l'université de Paris Diderot et le lycée Maximilien Perret d'Alfortville

### Diplômes d'établissements

- Mastère spécialisé Optimisation des systèmes énergétiques (Mines Paris Tech à Sophia Antipolis)
- Mastère spécialisé Management et marketing de l'énergie (École de management de Grenoble)
- Mastère spécialisé Énergies renouvelables (Mines ParisTech)

**Diplômes d'ingénieurs et master:** la demande de professionnels qualifiés à ces niveaux est forte dans les domaines du conseil et de l'ingénierie, de la maîtrise d'œuvre et du bâtiment.

### Et aussi les formations du domaine de la chimie...

Pour la filière de la bioénergie, les formations du domaine de la chimie sont également une porte d'entrée, comme par exemple le BTS Métiers de la chimie dont les diplômés peuvent intervenir en tant que techniciens d'analyse au sein de laboratoires de contrôle pour différents secteurs d'activité ou en recherche et développement sur la réalisation d'expériences et d'analyses à différentes étapes de la conception et du développement d'un produit.

### Le CAP Installateur thermique peut être un bon tremplin

Les connaissances acquises au cours du CAP permettront à l'installateur thermique de mettre en place des équipements (chaudières, radiateurs, générateurs, panneaux solaires...), d'installer et de brancher des matériels électriques et de régulation. Les enseignements dispensés lui donnent les capacités pour gérer la maintenance de l'ensemble (changeement d'une pièce, entretien courant et rénovation)...

Cette formation peut être complétée par la mention complémentaire Maintenance en équipement thermique individuel.

Pour mémoire il a été signalé dans la partie concernant le voltaïque que le CAP Couvreur pouvait être une formation intéressante.

### An niveau du baccalauréat professionnel : 3 spécialités sont plébiscitées

□ Bac pro Métiers de l'électricité et de ses environnements connectés (MELEC). Il permet à son titulaire d'intervenir dans la production, le transport, la distribution et la transformation de l'énergie électrique, pour la mise en œuvre, l'utilisation, la maintenance des installations et des équipements électriques

### Après la seconde...

... les jeunes auront le choix entre :

- la filière technologique du bac STI2D pour une formation technologique pluridisciplinaire ;
- la filière scientifique du bac S pour poursuivre vers des formations supérieures courtes (bac+2/3) ou longues (bac+5)

# CARNET D'ADRESSES

## Organisations professionnelles

SER – Syndicat des énergies renouvelables  
[www.enr.fr](http://www.enr.fr)



Le SER regroupe 17 adhérents dans tout le domaine des EnR : éolien, bois, biomasse, biocarburants, solaire thermique, photovoltaïque, hydraulique, géothermie, énergies marines, pompes à chaleur. Les sociétés génèrent près de 90 000 emplois.

Observ'ER - Observatoire des énergies renouvelables  
[www.energies-renouvelables.org](http://www.energies-renouvelables.org)



Observ'ER publie de nombreuses revues et livres (catalogue sur [www.librairie-energies-renouvelables.org](http://www.librairie-energies-renouvelables.org))  
Le Guide des formations aux énergies renouvelables a été édité en mars 2016.  
Il propose une sélection de 210 formations.

## Les grandes entreprises du secteur

### EDF énergies nouvelles

Filiale d'EDF qui emploie 3029 personnes et qui est active dans plusieurs filières :

- éolien terrestre dans 15 pays ;
- solaire : filiale Photowatt qui produit des modules photovoltaïques.
- éolien en mer : en développement en France avec 3 projets, à Fécamp (83 éoliennes), Calvados (75) et Saint-Nazaire (80).

Le pôle expertises et développement prend en charge tous les projets pour le développement, la construction, la production qui est le cœur du métier de la société et l'exploitation maintenance.

[www.edf-enr.fr](http://www.edf-enr.fr)

### Areva

2 centres de compétences à Paris et à Brême en Allemagne.

La société propose des solutions et des installations dans les filières suivantes : éolien en mer, bioénergies, solaire thermique à concentration, stockage d'énergie.

Areva pilote plus de 200 centrales de bioénergie en opération ou en construction. Le groupe en a construit 95.

Areva propose des générateurs de vapeur solaire pour la production d'électricité ou de vapeur en utilisant la technologie des réflecteurs à miroir de Fresnel linéaires qui utilise le minimum d'espace.

[www.areva.com](http://www.areva.com)

### Alstom

La société a développé une hydrolienne Océade 18 en association avec General Electric (GE)

Dans l'éolien, l'usine de fabrication des nacelles et des génératrices a été reprise par GE. Elle vient de réaliser la Haliade 150 pour le Danemark. Le programme prévoit la fabrication pour l'Allemagne, les USA et pour la France. Une usine est prévue à Cherbourg pour la fabrication des pales.

[www.alstom.com/fr](http://www.alstom.com/fr)

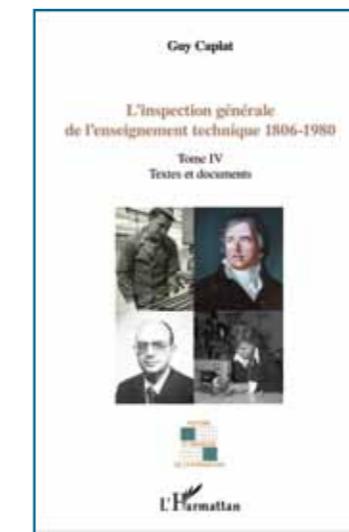
### DCNS

Développement de l'hydrolienne Open Hydro. Construction à Cherbourg d'une usine d'assemblage d'hydroliennes avec une capacité de 25 machines par an pouvant être portée à 50 par la suite.

<http://fr.dcnsgroup.com>

# VIENT DE PARAÎTRE

## L'inspection générale de l'enseignement technique, 1806-1980



Nous avons demandé à l'auteur Guy Caplat, inspecteur général honoraire de l'administration de l'Éducation nationale et de la Recherche, ancien directeur de recherche à l'INRP chargé du Service d'histoire de l'éducation, de faire une courte présentation de son livre.

L'inspection générale de l'enseignement technique (IGET) est un corps de hauts fonctionnaires du ministère de l'Instruction publique (ministère de l'Éducation nationale à partir de 1932) dont le rôle est de contrôler et de promouvoir les formations dispensées dans les établissements sous leurs aspects techniques et pédagogiques, matériels et humains. Cette institution est, à l'image de l'enseignement technique, encore largement méconnue. C'est la raison essentielle pour laquelle j'ai écrit ce livre : il s'agissait de présenter une fonction, accomplie pendant près de deux siècles avec efficacité et discréption, et de sortir de l'ombre les acteurs dont la plupart étaient ignorés.

**Les deux premiers tomes sont consacrés à l'histoire de l'enseignement technique dont nous présentons ici un résumé**

Le premier tome décrit la période des origines de la fonction d'inspection et l'émergence d'un service d'inspection générale entre 1806 et 1920. L'institution de la fonction est liée à la création en 1803 de la première école d'arts et métiers qui trouve un précédent dans une école professionnelle fondée en 1780 par le duc de La Rochefoucauld-Liancourt. Celui-ci est désigné en 1806 inspecteur général des écoles d'arts et métiers, charge qu'il assumera jusqu'en 1823. Au cours du XIXe siècle, des personnalités seront appelées à tenir ce même rôle. En 1880 plusieurs emplois sont créés et le titre devient « inspecteur général de l'enseignement technique ». Le ministère du Commerce dont ils dépendent renforce son emprise en créant une direction de l'enseignement technique en 1900.

Le deuxième tome s'ouvre avec le rattachement de l'enseignement technique au ministère de l'Instruction publique en 1920. Deux phases très différentes sont à considérer : de 1920 à 1960, l'enseignement technique bénéficie encore d'une réelle autonomie, sa direction et son inspection générale conservant une action propre sur les établissements de cet enseignement. De leur côté, la direction de l'enseignement primaire et la direction de l'enseignement secondaire sont elles-mêmes attachées à leur indépendance. Cette situation fait l'objet de critiques dans

la mesure où se sont établies pour les élèves des filières d'accès distinctes, l'étanchéité de celles-ci ayant eu pour conséquence de créer des inégalités, liées généralement aux origines sociales.

En 1960, intervient une réforme profonde de tous les enseignements scolaires regroupés sous une direction unique. L'inspection générale de l'enseignement technique est progressivement rapprochée de celle de l'Instruction publique et en 1980 elles disparaissent en tant que corps autonome étant réunies en une inspection unique, l'Inspection générale de l'Éducation nationale (IGEN).

Les premiers lecteurs soulignent l'étendue de l'étude réalisée, au-delà de l'institution « inspection générale de l'enseignement technique ». Dans sa préface, Pierre Caspard note que « les deux premiers tomes de l'ouvrage apportent une contribution majeure autant qu'inédite à l'histoire d'une institution et, plus largement, de tout un ordre d'enseignement ». Jean-François Cervel, inspecteur général honoraire de l'administration de l'Éducation nationale et de la Recherche, écrit : « à travers l'histoire de cette inspection générale et des individus qui l'ont incarnée, c'est une vision de l'évolution de l'enseignement technique et de son administration, au long de 174 années que Guy Caplat nous donne à découvrir ».

On note aussi les développements historiques consacrés dans le livre à des aspects adjacents à l'IGET souvent méconnus mais qui sont éclairants pour la trame complexe d'une évolution institutionnelle. On peut citer : la fonction d'inspecteur général du Conservatoire des arts et métiers ; les inspections principales de l'enseignement technique et leur phase exceptionnelle d'autonomie administrative ; les pôles de soutien de l'enseignement technique ; les aspects statutaires ; la notation des personnels enseignants ; le projet Laurent de réforme de l'orientation scolaire et professionnelle ...

Ce livre peut aider à faire mieux connaître la spécificité de l'enseignement technique à travers l'institution étudiée et rendre des services aux historiens et aux chercheurs concernés ainsi qu'à tous ceux qui s'intéressent à l'enseignement technique.

**Guy CAPLAT**

*L'Inspection générale de l'enseignement technique 1806-1980 (Tomes I à IV)*  
1252 pages  
Éditions L'Harmattan. Collection « Histoire et mémoire de la formation »  
Paris, novembre 2016. Prix global : 95 euros