

ARTICLE INFORMATIF ET DE CONSEILS SUR LES ELEMENTS A SAVOIR POUR FAIRE UNE FORMATION ENERGIES RENOUVELABLES (ENR)

*Destiné aux élèves, étudiants pour leur orientation
professionnelle, et destinés également aux
professionnels en changement de carrière*

Cet article définit les énergies renouvelables, la transition énergétique, le développement durable, les métiers de la transition énergétique puis fait un focus sur les énergies renouvelables (ENR). Il présente les compétences requises pour faire une formation ENR, les types de formations ENR en France, les débouchés de la formations ENR, les salaires, les entreprises qui embauchent.

Khadidiatou CAMARA

Fondatrice de SICCOGEN / Ingénieure en génie énergétique et en énergies renouvelables / MBA / Diplômée en business, relations internationales et économie politique à l'école de Sciences Po de Londres (LSE)

www.siccogen.com

k.camara@siccogen.com

0033 6 05 72 46 29

05/05/2020



ARTICLE INFORMATIF ET DE CONSEILS SUR LES ELEMENTS A SAVOIR POUR FAIRE UNE FORMATION ENERGIES RENEUVELABLES (ENR)


Destiné aux élèves, étudiants pour leur orientation professionnelle, et destinés également aux professionnels en changement de carrière




DANS QUEL CONTEXTE CET ARTICLE EST-IL ECRIT ?

J'ai été interviewée le 27 mars 2018 par le conseil régional de Bourgogne Franche Comté afin de valoriser mon métier d'ingénieure dans les énergies renouvelables, de sensibiliser les jeunes aux métiers de la transition énergétique, du développement durable comme les énergies renouvelables. A la suite de cet interview, j'ai reçu des questions de lycéens, d'étudiants au 1er cycle universitaire (DUT, Licence...), de techniciens, de professionnels passionnés par les énergies renouvelables par mail, en laissant des questions en commentaires sur la vidéo youtube de l'interview, et à travers mon réseau LinkedIn. En effet, ils souhaitent faire la formation énergies renouvelables et travailler dans ce domaine en France et en Afrique. Aussi, ils souhaitent savoir le chemin à emprunter selon leurs parcours actuels pour réaliser leur rêve de travailler dans les énergies renouvelables et innover.

Ainsi, j'ai eu l'idée de rédiger un article afin de leur donner les éléments essentiels à savoir pour faire la formation énergies renouvelables :

 **Point 1** : Qu'est-ce que la transition énergétique, le développement durable ? Quelles sont les métiers actuels de la transition énergétique et du développement durable ? les compétences requises ? les salaires ?

 **Point 2** : Comment choisir son métier dans le cadre de la transition énergétique ?









 **Point 3** : Qu'est-ce que les énergies renouvelables ? Quelles sont les applications des énergies renouvelables ? Quels types de formations ENR existent-ils en France ? les applications de la formation ENR ? les entreprises qui embauchent ?

POINT 1 : LA TRANSITION ENERGETIQUE ? LE DEVELOPPEMENT DURABLE ?

Transition énergétique

Notre monde est conçu à travers le système de la mondialisation. Ce système est intégré au niveau économique, politique, environnemental, technologique et social. Il comporte des avantages mais aussi des failles comme les crises économiques, la pollution de l'air, de l'eau et du sol, l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre due à la forte consommation d'énergies fossiles, le réchauffement climatique, la corruption, le terrorisme, les guerres, les crises sanitaires et nécessite des réformes dans le temps. Ces réformes concernent la révision des failles de ce système, les solutions pour éradiquer ces failles et améliorer les avantages. **Ces solutions nécessitent une modification de notre mode de vie à tous les niveaux : notre mode de consommer, de produire, de travailler, de vivre ensemble afin d'évoluer vers un nouveau modèle économique, social et de développement durable, c'est ce qu'on appelle la transition écologique.**

Ces réformes se font non seulement par les organisations internationales, les gouvernements, les entreprises à travers la mise en place de lois, décrets, mais aussi par l'information des populations, le changement technologique à travers la formation, le développement de nouvelles compétences, de nouveaux métiers, l'entrepreneuriat. **Selon les chercheurs de McKinsey (société basée aux USA, à New York), 12 nouvelles filières ont le potentiel de remodeler l'économie mondiale et de réussir cette transition écologique (Source : Manyika et al. 2013 : 3,4) :**

-  L'internet mobile ;
-  L'automatisation, le digital dans les secteurs suivants : finance, business, formation, santé, ingénierie, management, médias, arts, science ;
-  Internet of things ;
-  La technologie Cloud ;
-  La robotique avancée ;
-  Le déploiement de véhicules autonomes, semi-autonomes, de transport bas carbone (électrique, hydrogène, méthane...) ;
-  La génomique de prochaine génération (biologie synthétique) ;
-  Le stockage d'énergie ;

- ✚ L'impression 3D ;
- ✚ L'innovation de nouveaux matériaux avancés ;
- ✚ L'extraction améliorée de ressources naturelles moins dommageables pour l'environnement ;
- ✚ Les énergies renouvelables, les problématiques énergétiques, le traitement des eaux.

Tous les secteurs seront impactés par ce changement surtout par l'automatisation, la digitalisation, l'informatique avancée, la robotisation, la santé, l'industrie, le transport, le commerce, les finances, business, les médias, réseaux sociaux, l'agriculture, le bâtiment, l'énergie, la cybercriminalité.

Au niveau de l'énergie, il faut donc également réaliser une transition écologique c'est-à-dire une modification comportementale, sociotechnique et structurelle des modes de production, de consommation de l'énergie, une modification radicale de la politique énergétique. Ainsi selon les études de McKinsey, le développement des énergies renouvelables au profit des énergies fossiles peut contribuer à la réussite de cette transition écologique. C'est ce qu'on appelle la transition énergétique. Ce développement nécessite des ressources humaines (formation, sensibilisation, travail, changement de comportement), financières (économie sobre, subventions, investissement, réorientation des activités des entreprises), technologiques (innovation...).

Cas de la France

Depuis des décennies, l'énergie a toujours été un facteur déterminant pour la compétitivité de l'économie française et en particulier de son industrie. Malheureusement, la France est confrontée aujourd'hui à une situation énergétique très préoccupante. En raison de notre mode de vie, avec l'augmentation des déplacements, l'équipement de nos logements, l'accroissement des échanges mondialisés, la demande d'énergie croît régulièrement. Pour répondre à cette demande d'énergie importante et exagérée, la France utilise en majorité les ressources fossiles (pétrole, gaz...). Depuis 2008, en plus de ces ressources, elle a commencé à utiliser des ressources renouvelables (solaire, géothermie...) mais en faible proportion. En 2011, il y avait seulement 8.5 % d'énergies renouvelables consommées. Les ressources renouvelables se renouvellent d'elles-mêmes après

consommation, et sont plus chères que les ressources fossiles. Leur utilisation depuis 2008 a quand même entraîné une faible diminution de la demande d'énergie. Cependant, l'énergie que nous consommons est en majeure partie d'origine non renouvelable (fossile) et la consommation exagérée de cette énergie pose des problèmes sociaux, écologiques et économiques : le changement climatique, leur raréfaction inévitable qui a des conséquences sur leurs prix de vente et d'achat (elles deviennent plus en plus chères) et la libération de quantités importantes de gaz à effet de serre. Une transition énergétique est donc impérative. Il faut passer d'un modèle de consommation abondante d'énergies fossiles à une consommation plus sobre et plus écologique. D'où la transition énergétique. La France doit donc élaborer une politique énergétique, pouvant assurer la sécurité d'approvisionnement de ces énergies et des prix maîtrisés et faisant évoluer notre société vers moins de gaspillage et plus de performance. Concrètement, il faut faire des économies d'énergie (en diminuant les gaspillages et en utilisant l'énergie de façon plus efficace), optimiser nos systèmes de production et utiliser les énergies renouvelables. De ce fait, un contexte favorable à l'environnement et à la maîtrise de l'énergie s'est installé grâce aux différentes politiques menées en France, il y a une dizaine d'année. **Celles-ci ont prévu notamment de porter à 23% en 2020 et 32% en 2030, la part des énergies renouvelables dans la consommation d'énergie finale nationale en réponse à l'objectif du paquet européen énergie climat. Selon de nombreuses sources d'informations sur les statistiques de développement durable (Insee...), la France est en retard sur ses engagements européens en termes de transition énergétique. En effet, la part des énergies renouvelables dans la consommation d'énergie finale brute est de 16,5% au lieu de 23 % en 2020. Elle doit encore redoubler d'effort afin d'atteindre cette différence de 6,5%. Ceci nécessite une mobilisation de financement, de soutiens et de réalisation de projets liés permettant d'augmenter la production ENR.**

✦ Développement durable

Le développement est dit « durable » s'il est conçu de manière à assurer la pérennité du bénéfice pour les générations futures. Il repose sur trois piliers : la dimension économique, la dimension sociale et la dimension environnementale.

- ✚ **La dimension économique** : Développer la croissance et l'efficacité économique, à travers des modes de production et de consommation durables
- ✚ **La dimension sociale** : satisfaire les besoins humains et répondre à un objectif d'équité sociale, en favorisant la participation de tous les groupes sociaux sur les questions de santé, logement, consommation, éducation, emploi, culture...
- ✚ **La dimension environnementale** : Préserver, améliorer et valoriser l'environnement et les ressources naturelles sur le long terme, en maintenant les grands équilibres écologiques, en réduisant les risques et en prévenant les impacts environnementaux.

✦ Les métiers de la transition énergétique et du développement durable

Ces métiers ci-dessous sont les métiers possibles dans chacune des filières de la transition énergétique et du développement durable énoncées par McKinsey un peu plus haut c'est-à-dire : L'internet mobile ; l'automatisation, le digital dans les secteurs suivants : finance, business, formation, santé, ingénierie, management, médias, arts, science ; Internet of things ; La technologie Cloud ; La robotique avancée ; Le déploiement de véhicules autonomes, semi-autonomes, de transport bas carbone (électrique, hydrogène, méthane...) ; La génomique de prochaine génération (biologie synthétique) ; Le stockage d'énergie ; L'impression 3D ; L'innovation de nouveaux matériaux avancés ; L'extraction améliorée de ressources naturelles moins dommageables pour l'environnement ; Les énergies renouvelables, les problématiques énergétiques. Ce sont les métiers suivants ainsi que les salaires selon les expériences :

Métiers	Expériences	Salaires bruts par an
Ingénieur d'études de projets appliqués	- Junior (0 à 2 ans d'expériences)	25k€-35k€
	- Confirmé (3 à 4 ans d'expériences)	35k€-45k€
	- Sénior (5 à 10 ans d'expériences)	45k€-60k€
	- Expert (10 ans et plus d'expériences)	> 60k€
Ingénieur recherche et développement	- Junior (0 à 2 ans d'expériences)	25k€-35k€
	- Confirmé (3 à 4 ans d'expériences)	35k€-45k€
	- Sénior (5 à 10 ans d'expériences)	45k€-60k€
	- Expert (10 ans et plus d'expériences)	> 60k€

Ingénieur logiciel	- Junior (0 à 2 ans d'expériences)	25k€-35k€
	- Confirmé (3 à 4 ans d'expériences)	35k€-45k€
	- Sénior (5 à 10 ans d'expériences)	45k€-60k€
	- Expert (10 ans et plus d'expériences)	> 60k€
Ingénieur d'essais	- Junior (0 à 2 ans d'expériences)	25k€-35k€
	- Confirmé (3 à 4 ans d'expériences)	35k€-45k€
	- Sénior (5 à 10 ans d'expériences)	45k€-60k€
	- Expert (10 ans et plus d'expériences)	> 60k€
Ingénieur de calculs	- Junior (0 à 2 ans d'expériences)	25k€-35k€
	- Confirmé (3 à 4 ans d'expériences)	35k€-45k€
	- Sénior (5 à 10 ans d'expériences)	45k€-60k€
	- Expert (10 ans et plus d'expériences)	> 60k€
Ingénieur commercial	- Junior (0 à 2 ans d'expériences)	38k€-45k€
	- Confirmé (3 à 4 ans d'expériences)	45k€-60k€
	- Sénior (5 à 10 ans d'expériences)	60k€-80k€
	- Expert (10 ans et plus d'expériences)	>80k€
Ingénieur travaux	- Junior (0 à 2 ans d'expériences)	35k€-40k€
	- Confirmé (3 à 4 ans d'expériences)	40k€-58k€
	- Sénior (5 à 10 ans d'expériences)	60k€-80k€
	- Expert (10 ans et plus d'expériences)	>80k€
Chef de chantier	- Junior (0 à 2 ans d'expériences)	26k€-35k€
	- Confirmé (3 à 4 ans d'expériences)	35k€-55k€
	- Sénior (5 à 10 ans d'expériences)	55k€-80k€
	- Expert (10 ans et plus d'expériences)	>80k€
Ingénieur d'affaires (technique et commerciale)	- Junior (0 à 2 ans d'expériences)	36k€-40k€
	- Confirmé (3 à 4 ans d'expériences)	40k€-60k€
	- Sénior (5 à 10 ans d'expériences)	65k€-90k€
	- Expert (10 ans et plus d'expériences)	>90k€
Chef de projets international	- Junior (0 à 2 ans d'expériences)	35k€-45k€
	- Confirmé (3 à 4 ans d'expériences)	45k€-60k€
	- Sénior (5 à 10 ans d'expériences)	60k€-80k€
	- Expert (10 ans et plus d'expériences)	>80k€
Responsable technique	- Junior (0 à 2 ans d'expériences)	40k€-55k€
	- Confirmé (3 à 4 ans d'expériences)	58k€-75k€
	- Sénior (5 à 10 ans d'expériences)	75k€-90k€
	- Expert (10 ans et plus d'expériences)	>90k€

Métiers	Expériences	Salaires bruts par an
---------	-------------	-----------------------

Manager de projets (gestion, supervision, pilotage du bon déroulement du projet)	- Junior (0 à 2 ans d'expériences)	38k€-55k€
	- Confirmé (3 à 4 ans d'expériences)	55k€-65k€
	- Sénior (5 à 10 ans d'expériences)	65k€-80k€
	- Expert (10 ans et plus d'expériences)	>80k€
Responsable BE	- Junior (0 à 2 ans d'expériences)	30k€-40k€
	- Confirmé (3 à 4 ans d'expériences)	40k€-55k€
	- Sénior (5 à 10 ans d'expériences)	60k€-80k€
	- Expert (10 ans et plus d'expériences)	>80k€
Manager d'équipe	- Junior (0 à 2 ans d'expériences)	30k€-40k€
	- Confirmé (3 à 4 ans d'expériences)	40k€-50k€
	- Sénior (5 à 10 ans d'expériences)	55k€-80k€
	- Expert (10 ans et plus d'expériences)	>80k€
Conseiller	- Junior (0 à 2 ans d'expériences)	25k€-35k€
	- Confirmé (3 à 4 ans d'expériences)	35k€-45k€
	- Sénior (5 à 10 ans d'expériences)	45k€-80k€
	- Expert (10 ans et plus d'expériences)	>80k€
Chercheur	Public, maitre de conférences, professeur d'université	25k€-36k€
Directeur travaux	- Junior (0 à 2 ans d'expériences)	35k€-45k€
	- Confirmé (3 à 4 ans d'expériences)	45k€-60k€
	- Sénior (5 à 10 ans d'expériences)	60k€-80k€
	- Expert (10 ans et plus d'expériences)	>80k€
Directeur technique	- Junior (0 à 2 ans d'expériences)	45k€-55k€
	- Confirmé (3 à 4 ans d'expériences)	55k€-75k€
	- Sénior (5 à 10 ans d'expériences)	75k€-90k€
	- Expert (10 ans et plus d'expériences)	>90k€
Directeur commercial	- Junior (0 à 2 ans d'expériences)	45k€-57k€
	- Confirmé (3 à 4 ans d'expériences)	57k€-65k€
	- Sénior (5 à 10 ans d'expériences)	65k€-76k€
	- Expert (10 ans et plus d'expériences)	>76k€
Directeur d'entreprise	- Junior (0 à 2 ans d'expériences)	75k€-80k€
	- Confirmé (3 à 4 ans d'expériences)	80k€-105k€
	- Sénior (5 à 10 ans d'expériences)	105k€-132k€
	- Expert (10 ans et plus d'expériences)	>132k€
Conseiller en investissement	- Junior (0 à 2 ans d'expériences)	26k€-45k€
	- Confirmé (3 à 4 ans d'expériences)	45k€-60k€
	- Sénior (5 à 10 ans d'expériences)	60k€-85k€
	- Expert (10 ans et plus d'expériences)	85k€-145k€
	- Junior (0 à 2 ans d'expériences)	18k€-25k€

Chargée de recrutement	- Confirmé (3 à 4 ans d'expériences)	25k€-36k€
	- Sénior (5 à 10 ans d'expériences)	36k€-40k€
	- Expert (10 ans et plus d'expériences)	>40k€
PDG d'entreprise	>100k€	

Ces métiers requièrent minimum une formation bac+5 dans l'une des 12 filières de la transition énergétique énoncés un peu plus haut (McKinsey, Source : Manyika et al. 2013).



POINT 2 : COMMENT CHOISIR SON METIER DANS LE CADRE DE LA TRANSITION ENERGETIQUE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE ?

Méthodes

1. Définir ce qu'on aime faire, sa passion, savoir ce qu'on veut
2. Ensuite rechercher le savoir, les compétences à acquérir pour réaliser son rêve. Pour cela, il faut également se référer au conseiller d'orientation professionnelle du lycée, ou d'autres organismes comme Onisep, Pôle emploi par exemple.
3. Chercher la formation qui vous permet d'acquérir ce savoir et ses compétences
4. Puis se faire des expériences à travers les stages, l'alternance, le contrat de professionnalisation
5. Travailler dans une entreprise pour appliquer ce qu'on aime faire ou créer sa propre entreprise, start-up et développer son activité.

Il faut rédiger un CV et une lettre de motivation pour postuler. Il existe des cabinets de recrutement, le réseau LinkedIn, le site Apec, le site de Pole emploi pour postuler aux offres d'entreprise.

Je vous conseille vivement le site <https://hacktonvie.com/> pour ceux qui veulent démarrer une carrière internationale ou qui ont besoin d'aide pour trouver du travail en France.

Pour la création d'entreprise, il existe des organismes publics (l'URSSAF, la CCI, les associations...) auxquels il faut se référer et qui vous accompagnent dans la création de votre entreprise.

6. Concernant le salaire, il faut savoir que plus tu évolues dans ton métier à travers les expériences et en multipliant des formations, plus le salaire est important.

*« On commence toujours quelque part pour atteindre le
sommet »,
Khadidiatou Camara.*

★ Exemple de cas : mon expérience

1. Ma passion c'était la science, la technologie, la politique, le business depuis très petite, en particulier travailler dans l'énergie
2. Ensuite pour acquérir ce savoir, je travaillais beaucoup les matières scientifiques (les mathématiques et les sciences physiques) au lycée et j'aimais le faire. Dès que j'ai eu mon baccalauréat S, j'ai décidé de faire le métier d'ingénieure car j'aimais innover, calculer et j'étais passionnée de plus en plus de science, technologie. Surtout la lutte contre le réchauffement climatique m'a encore plus motivée. Pour acquérir les compétences d'un ingénieur, j'ai vu qu'il fallait commencer par soit par deux années de classes préparatoires math sup, math spé, soit par un DUT spécialisé génie énergétique ou thermique ou électrique soit une licence en physique.
3. Pour la formation, j'ai choisi les classes préparatoires Physique Technologie des sciences de l'ingénieure que j'ai réussi avec mention Bien à la suite du concours Banque PT (Physique Technologie). Ensuite j'ai été orientée à l'école d'ingénieur, l'école Polytechnique de Montpellier pour étudier le génie énergétique et les énergies renouvelables.
4. J'ai réalisé des stages en France, aux Pays-Bas, en Suède pendant ma formation d'ingénieur dont j'ai obtenu le diplôme en 2016. Puis je

travaille depuis dans l'innovation, la technologie. J'ai fait des études, de la recherche et développement et le développement d'affaires.

Ensuite, j'ai fait une formation de MBA pour aller plus loin dans l'économie, les finances, les affaires et une formation à Sciences Po Londres en relations internationales, business, économie politique internationale car je souhaite également travailler sur la politique énergétique afin de participer à la proposition de solutions économiques, techniques au niveau de la politique énergétique nationale ou internationale. Cela permet dans tous les cas pour moi de faire ce que j'aime et de participer aussi à la transition énergétique.

5. Puis, j'ai ciblé les entreprises dont les activités me permettaient de faire ce que j'aime. Je suis toujours dans la même continuité afin de réaliser mes objectifs.
6. Le salaire devient aussi conséquent plus on a de rôles et de fonctions dans ce qu'on fait.

POINT 3 : FOCUS SUR LES ENR ?

Définition

Les énergies renouvelables (ou ENR) désignent un ensemble de moyens de produire de l'énergie à partir de sources ou de ressources théoriquement illimitées, disponibles sans limite de temps ou reconstituables plus rapidement qu'elles ne sont consommées.

On parle généralement des énergies renouvelables par opposition aux énergies tirées des combustibles fossiles dont les stocks sont limités et non


D'après des expériences de travail, de programme ERASMUS dans d'autres pays de l'union européenne, l'Allemagne, la Suède, et le Royaume-Unis sont des pays qui forment très bien dans les métiers de la transition énergétique. Mais, je valide que j'ai été très bien formée en France dans le métier des énergies renouvelables. C'est un pays qui donne une très bonne formation à tous les niveaux mais le seul problème c'est que l'industrialisation a besoin d'être renforcé.

renouvelables à l'échelle du temps humain : charbon, pétrole, gaz naturel... Au contraire, les énergies renouvelables sont produites à partir de sources comme les rayons du soleil, ou le vent, l'eau, les déchets, la chaleur de la terre, qui sont théoriquement illimitées à l'échelle humaine.

Les énergies renouvelables sont également désignées par les termes « énergies vertes » ou « énergies propres ». Le faible impact environnemental de leur exploitation en fait un élément majeur des stratégies RSE (Responsabilité Sociale des Entreprises) des entreprises en matière de développement durable.

Il existe plusieurs types d'énergies renouvelables :


Energie solaire

 Ce type d'énergie renouvelable est issu directement de la captation du rayonnement solaire. On utilise des capteurs spécifiques afin d'absorber l'énergie des rayons du soleil et de la rediffuser selon deux principaux modes de fonctionnement :


Le Solaire photovoltaïque (panneaux solaires photovoltaïques) : l'énergie solaire est captée en vue de la production d'électricité.

Solaire thermique (chauffe-eau solaire, chauffage, panneaux solaires thermiques) : la chaleur des rayons solaires captée est rediffusée, sert à produire de la chaleur.

Energie éolienne ou énergie de la vitesse du vent

 Dans le cas de l'énergie éolienne ou énergie du vent, l'énergie cinétique du vent ou énergie délivrée par la vitesse du vent entraîne un générateur qui produit de l'électricité. Il existe plusieurs types d'énergies renouvelables éoliennes : les éoliennes terrestres, les éoliennes off-shore (en mer), les éoliennes flottantes.

Energie hydraulique

 L'énergie cinétique de l'eau (fleuves et rivières, barrages, courants marins, marées) actionne des turbines génératrices d'électricité. Les énergies marines (en mer) font partie des énergies hydrauliques. C'est la 1^{ère} source renouvelable en France, derrière l'éolien, le solaire et la biomasse.

Biomasse



L'énergie est issue de la combustion de matériaux dont l'origine est biologique (ressources naturelles, cultures ou déchets organiques). On en distingue trois catégories principales : le bois, le biogaz, les biocarburants.

Géothermie



La géothermie c'est l'énergie issue de la chaleur émise par la Terre et stockée dans le sous-sol. Selon la ressource et la technologie mise en œuvre, les calories sont exploitées directement ou converties en électricité.

Energies renouvelables et émissions de CO₂

L'exploitation des énergies renouvelables génère théoriquement peu de polluants : notamment, l'électricité d'origine renouvelable émet très peu de CO₂ notamment lorsqu'on la compare aux énergies fossiles comme le charbon. Pour cette raison, les ENR sont notamment un vecteur privilégié de la lutte contre le réchauffement climatique. Elles sont aussi considérées comme un facteur de résilience car elles permettent des productions décarbonées et décentralisées.

Pour mesurer les émissions de CO₂ des énergies renouvelables, on utilise l'outil d'ACV (Analyse de Cycle de Vie) qui permet de connaître les émissions de CO₂ par kWh d'électricité produite, en intégrant les émissions de CO₂ issues de la fabrication des infrastructures, de l'extraction des ressources et de la fin de vie. D'après le rapport du GIEC (Groupe Intergouvernemental d'Étude du Climat), les énergies renouvelables bénéficient d'ACV favorables par rapport à beaucoup d'énergies.

Voici la liste des énergies en fonction de leurs émissions de CO₂ d'après le rapport du GIEC, (de la moins polluante à la plus polluante, en valeurs médianes) :

1. Éolien terrestre : 11 gCO₂eq/kWh
2. Nucléaire : 12 gCO₂eq/kWh
3. Hydroélectricité : 24 gCO₂eq/kWh
4. Solaire thermique : 27 gCO₂eq/kWh
5. Géothermique 38 gCO₂eq/kWh
6. Solaire photovoltaïque : 41-48 gCO₂eq/kWh
7. Biomasse : 230 gCO₂eq/kWh

8. Gaz naturel : 490 gCO₂eq/kWh

9. Bio-Charbon (Biochar : produit à de la biomasse) : 820 gCO₂eq/kWh

Toutefois, ces calculs n'intègrent pas les émissions de CO₂ liées à l'infrastructure électrique, notamment le stockage

Energies renouvelables, efficacité énergétique, intermittence et stockage d'énergie

Les énergies renouvelables sont parfois critiquées pour leur plus faible efficacité énergétique par rapport aux énergies fossiles. En effet, les coûts de production sont plus élevés à court terme. Mais surtout, elles sont caractérisées par une disponibilité aléatoire : par exemple, le solaire et l'éolien ne produisent pas en permanence de l'électricité. On appelle ce phénomène l'intermittence : une éolienne ne produit que par intermittence, quand il y a du vent et le soleil ne produit de l'énergie que quand il y a du soleil.

De ce fait, pour être utilisables à grande échelle, les énergies renouvelables intermittentes doivent être accompagnées d'une infrastructure de stockage d'électricité. Autrement dit, il faut être capable de stocker l'énergie que l'on produit en surplus pendant les périodes propices (quand il y a beaucoup de soleil et de vent) afin de la redistribuer pendant les périodes creuses, où la production est basse.

Cela implique donc de construire et d'utiliser des batteries ou des systèmes de stockage hydrogène et bien d'autres afin de palier à cette intermittence.

Compétences, Formations

Les formations ENR et celle de la transition écologique se font soit dans des écoles d'ingénieur soit dans des universités, soit dans les lycées à partir soit d'une classe prépa intégrée (1^{er} cycle) à une école d'ingénieur, soit d'une classe prépa math sup/math spé, soit d'un DUT, soit d'un BTS, soit du bac S ou d'une licence lié(e) à l'énergie ou la physique ou la science technologique.

Vous trouverez ci-après une liste récapitulative des formations ENR existantes ainsi que les liens de ces formations :

Formations initiales pour bac +2, bac+3, bac+4, bac+5, bac+6

✚ A partir du bac :

MOOCs	Compétences	Liens de la formation
Lycées français	BTS en maintenance éolienne (après le bac)	https://www.letudiant.fr/etudes/bts/bts-maintenance-des-systemes-option-systemes-eoliens.html https://www.letudiant.fr/etudes/annuaire-enseignement-superieur/formation/critere-BTS+maintenance+des+systemes%2C+option+systemes+eoliens.html https://www.letudiant.fr/etudes/annuaire-alternance/formation/scolarite-contrat-d-apprentissage+contrat-de-professionnalisation/critere-BTS+maintenance+des+systemes%2C+option+systemes+eoliens.html
13 lycées français	BTS technico-commercial spécialité énergie environnement (après le bac)	https://reseau.intercariforef.org/formations/certification-55785.html http://gretaformation.fr/formation/bts-technico-commercial-specialite-energie-et-environnement-0 https://www.ldmraspail.fr/presentation_1.php https://www.cpformation.com/annuaire/bts-technico-commercial-specialite-energie-et-environnement-5656/
IUT de Châtelleraut (pour avoir un bac+2)	Option photovoltaïque dans le DUT Mesures Physiques (après le bac)	https://iutp.univ-poitiers.fr/mesures-physiques/

IUT de Toulon (pour avoir un bac+2)	DUT en énergie renouvelable et bâtiment intelligent (après le bac) Licence Professionnelle Maîtrise de l'Énergie Electricité, développement durable	http://iut.univ-tln.fr/Licence-Pro-Maitrise-de-l-energie-electricite-developpement-durable.html
IUT de Perpignan	DUT génie industriel et maintenance intégrant des modules de formations énergies renouvelables (après le bac)	https://iut.univ-perp.fr/fr/menu/formations/dut/genie-industriel-et-maintenance-gim-/dut-genie-industriel-et-maintenance-gim-10137.kjsp
UTT Troyes (Université de Technologie de Troyes)	Licence Professionnelle Maîtrise de l'Énergie et des Énergies Renouvelables	https://www.utt.fr/formations/licence-professionnelle/maitrise-de-l-energie-et-des-energies-renouvelables

- ✚ A partir d'un bac+2, bac+3 : classe prépa intégrée (1er cycle) à une école d'ingénieur, d'une classe prépa math sup/math spé, un DUT, licence

MOOCs	Compétences	Liens de la formation
Ecole nationale supérieure des Arts et métiers (école d'ingénieur : bac+5)	Nouvelles énergies pour un développement durable (Aix en Provence)	https://artsetmetiers.fr/fr/les-nouvelles-energies-pour-un-developpement-durable-finri
Ecole d'ingénieur Groupe INSA	Génie climatique et énergétique tournée vers le renouvelable	http://www.insa-strasbourg.fr/fr/genie-climatique-et-energetique/
Sup'ENR Perpignan-INSA Toulouse (école d'ingénieure : bac+5)	ENR, génie énergétique	https://energies-renouvelables.univ-perp.fr/fr/energies-renouvelables-29797.kjsp
Ecole d'ingénieur ECE Paris	Option énergie et environnement	https://www.ece.fr/ecole-ingénieur/cursus/specialisations/majeures/energie-et-environnement/

Ecole d'ingénieur EPF	Option énergie et environnement	https://www.epf.fr/formations/cycle-master-les-majeures/majeure-energie-environnement
ADEME Formations ENR	ENR et bien d'autres filières de la transition énergétique et du développement durable	https://formations.ademe.fr/formations_f26.html
NanoElec Formation (obtention bac+5)	ENR et bien d'autres formations de la transition écologique	https://www.nanoelec-formations.fr/formations-ingenierie-management-en-nanoelectronique-mecatronique
FORMATEG	ENR, efficacité énergétique, territoire durable, eau et assainissement	https://www.formateg.com/prestations

✚ A partir d'un bac+5 d'une autre filière autre que les ENR comme les finances, par exemple, il est possible de faire un master spécialisé pour avoir un bac+6 :

MOOCs	Compétences	Liens de la formation
Ecole d'ingénieur Mines-Paris Tech	Master spécialisé « Energies renouvelables »	http://www.mines-paristech.fr/Formation/Masteres-Specialises/Masteres-Specialises-temps-plein/ENR/
Ecole nationale supérieure des Arts et métiers	Master spécialisé « Expert en projets et production énergie renouvelable »	https://artsetmetiers.fr/fr/expper-expert-en-projets-et-production-energies-renouvelables
Ecole d'ingénieur privé ICAM	Master spécialisé Eco-innovation et nouvelles technologies de l'énergie	https://www.icam.fr/formations/enseignement-superieur/masteres/mastere-specialise-eco-innovation-et-nouvelles-technologies-de-lenergie/?gclid=EAIaIQobChMIu7v-zbuc6QIVmIjVCh1_AwIQEAAYAiAAEgKR_aD_BwE

Ecole d'ingénieur : ENSTA Bretagne	Expert en énergies marines renouvelables	https://www.ensta-bretagne.fr/fr/mastere-specialise-expert-en-energies-marines-renouvelables
------------------------------------	--	---


Ces formations payantes sont souvent choisies pour deux autres atouts indéniables :

- Elles permettent de bénéficier de l'image de l'école proposant le mastère afin de rajouter une ligne prestigieuse en plus à son CV.
- Souvent effectuée en alternance, ou comprenant au moins un stage de six mois, elle permet d'effectuer une expérience professionnelle dans le milieu concerné, en profitant notamment du réseau et des contacts de l'école en question, ce qui peut s'avérer être crucial pour débiter dans le secteur.

En effet, pour conclure, le milieu des énergies renouvelables semble parfois être plus décidé par des opportunités que par des formations. Particulièrement vrai pour le métier d'ingénieur, une formation généraliste en énergie peut largement suffire à condition de trouver un premier contact dans le secteur, lors des stages et surtout le stage de fin d'études.

MOOC ou Formations à distance ou en ligne du bac +2 au bac+6

Les MOOCs sont des plateformes en ligne permettant à n'importe qui, dans n'importe quel pays de faire une formation à distance sur les connaissances liées à une filière et d'obtenir un diplôme après avoir validé les connaissances acquises durant cette formation à la suite d'examens en ligne. Ces MOOCs sont disponibles en français et en anglais. Dans le cadre des énergies renouvelables, il existe :

-  la plateforme FUN MOOC pour les formations ENR et pour bien d'autres formations de l'environnement et du développement durable et de la transition énergétique.

Il y a en permanence des formations disponibles sur cette plateforme :

https://www.fun-mooc.fr/cours/#filter/availability/starting_soon?page=1&rpp=50

En ce qui concerne les MOOCs ENR de FUN MOOC, une 2^{ème} session est ouverte actuellement jusqu'au 30 juin 2020.

N'hésitez pas à vous inscrire gratuitement et à faire votre formation pour ceux qui ont minimum un bac+2 :

<https://www.fun-mooc.fr/cours/#search?query=%C3%A9nergies+renouvelables>

- ✚ la plateforme UVED (Université Virtuelle de l'Environnement et du Développement durable) pour les MOOCs des filières ENR mais aussi d'autres filières de la transition énergétique.

Il y a en permanence des formations disponibles sur cette plateforme : <https://www.uved.fr/les-mooc/les-mooc-ued> .

En ce qui concerne les MOOCs ENR de l'UVED, une 2^{ème} session est ouverte actuellement jusqu'au 20 juin 2020. N'hésitez pas à vous inscrire gratuitement à faire votre formation pour ceux qui ont minimum un bac+2 : <https://www.fun-mooc.fr/courses/course-v1:ued+34004+session02/about> .

- ✚ Les MOOCs pour les formations ADEME sur la transition énergétique sont disponibles actuellement : <https://www.fun-mooc.fr/universities/ademe/> .

En plus, il existe également des formations ADEME ENR mixte (à la fois en présentielle et e-learning comme la formation INVEEST pour une montée en compétences des acteurs du financement de l'efficacité énergétique dans l'industrie : https://formations.ademe.fr/formations_efficacite-energetique_inveest-:formation-des-acteurs-du-financement-de-l-efficacite-energetique-dans-l-industrie- s4926.html .

- ✚ Le centre Persée, centre de procédés, de systèmes énergétiques et des énergies renouvelables donne des MOOCs dans les ENR spécialisés suivants : le MOOC Problèmes Énergétiques Globaux et le MOOC Conversion Thermodynamique de la Chaleur disponibles sur la plateforme FUN MOOC. <http://www.persee.mines-paristech.fr/Formation/MOOC/>

- ✚ L'école Sup'EnR de l'université de Perpignan, spécialisée dans les énergies renouvelables, et l'INSA de Toulouse dont le génie civil est l'une des spécialités, ont développé le projet DigiBTP. Co-Financé par la DIRECCTE OCCITANIE, ce projet a pour objectif de former les professionnels du BTP sur les thématiques des EnR et du BIM. Le

MOOC bâtiment durable est disponible ici : <https://www.mooc-batiment-durable.fr/courses/course-v1:INSAToulouse+2018MOOCBAT06+SESSION02/about>

- ✚ Le MOOC New Energy Technologies : Energy Transition and Sustainable Development co-développé par Grenoble Ecole de Management en partenariat avec le pôle de compétitivité Tenerrdis, Yele Consulting, Grenoble Institute of Technology, Think Smart Grids, Air Liquide, CNR, GE Renewable Energy et Schneider Electric. Le lien pour s'inscrire : https://www.futurelearn.com/courses/new-energy-technologies?utm_campaign=grenoble_new_energy_technologies_april_2018&utm_medium=organic_email&utm_source=newsletter_broadcast Il est très complet ce cours car il aborde les énergies renouvelables mais aussi les problématiques des ENR comme le stockage d'énergie, l'hydrogène, le biogaz, les smart grids (réseaux intelligents) et je vous le conseille vivement.
- ✚ Le MOOC sur la biomasse et la chimie verte : <https://www.my-mooc.com/fr/mooc/biomasse-et-chimie-verte/>

✦ Applications des ENR et entreprises

☀ Applications

- ✚ L'ingénierie, la gestion, la construction, l'exploitation à long terme des projets ENR,
- ✚ La production, le stockage, la distribution, la gestion, l'exploitation, la commercialisation de l'électricité, la chaleur, le biogaz renouvelable,
- ✚ La conception, la commercialisation et l'utilisation de nouveaux équipements électroniques, électrotechniques, électroménagers, équipements utilisés dans le bâtiment, dans l'agriculture fonctionnant avec le solaire, l'éolien et la biomasse, le biogaz et l'hydrogène,
- ✚ La fabrication de nouveaux moyens de transport bas carbone et autonome (voiture, bus, tram, train, vélo, moto, trottinette...) fonctionnant à l'électricité renouvelable, le biogaz et l'hydrogène,
- ✚ Le développement de réseaux intelligents pour le management de l'énergie renouvelable et de l'énergie fossile,

- ✚ La valorisation des économies d'énergie et de la réduction des émissions de CO2 réalisées sur le développement des projets ENR par rapport aux projets d'énergies fossiles à travers la vente des certificats d'économie d'énergie, la vente de certificats de CO2, de certificats Hydrogène (H2) qui ont un impact positif sur l'amélioration de la rentabilité économique des projets ENR,
- ✚ La digitalisation de la gestion de l'énergie sur le marché de l'énergie international et national à travers la mise en place de plateforme web de bourse et de blockchain d'énergie permettant l'achat/la vente virtuelle de l'énergie à l'aide d'une monnaie numérique d'énergie, permettant également les échanges directes (blockchain) entre producteurs et consommateurs d'énergie sans l'intermédiaire d'un distributeur,
- ✚ Le recyclage de l'énergie, des déchets.
- ✚ La rénovation énergétique de bâtiment (éco-conception, bâtiment durable)

Les entreprises ont des activités diverses liées ces applications. Voici ci-après une liste de quelques entreprises françaises travaillant dans les énergies renouvelables :

☀ Entreprises, associations

Il existe des associations qui regroupent toutes les entreprises françaises qui travaillent dans les ENR en France :

- ✚ Le Syndicat des Energies Renouvelables (SER) : il regroupe toute la grande majorité des entreprises françaises dont les activités portent sur les ENR
- ✚ Les groupes d'entreprises dans chaque filière ENR dans chaque région de France : les clusters éoliens, solaires, biomasse, géothermie...

Des réunions sont réalisées chaque année par ces associations afin de faire un point sur l'évolution du développement des ENR.

En ce qui concerne les entreprises, il y'a plus de 10000 entreprises dont les principaux sont :

- ✚ EDF RENOUEVABLE

- ✚ ENGIE
- ✚ ENEDIS
- ✚ TOTAL
- ✚ RTE
- ✚ DALKIA
- ✚ UNIPER
- ✚ SNCF ENERGIE
- ✚ VEOLIA
- ✚ ERANOVE
- ✚ RES
- ✚ ENERCOOP
- ✚ WPD
- ✚ ET bien d'autres...

Il existe de nombreux emplois sur le marché pour tout le monde car les gouvernements créent le cadre économique, politique, social, financier pour permettre aux entreprises, aux populations de s'impliquer et d'avancer dans cette transition écologique.

« N'hésitez donc pas, foncer, innover, faites tout ce qui vous permet de vous impliquer, de vous investir dans cette transition, chercher, informer vous en temps réel, créer en fonction des besoins du marché et que vos rêves deviennent réalité ! ».

Khadidiatou Camara.