

1. PRÉSENTATION

L'objectif de cette étude est de comparer trois solutions de production d'énergie électrique en termes d'émissions de CO₂ et de coût pour couvrir les besoins en électricité d'une habitation. La consommation annuelle en électricité de la maison est estimée à 3200 kWh/an.

Les trois solutions envisagées sont :

- acheter son électricité auprès d'un fournisseur classique (solution 1) ;
- produire sa propre électricité à partir de panneaux solaires photovoltaïques (solution 2) ;
- produire sa propre électricité à partir d'une éolienne (solution 3).

2. ÉMISSIONS DE CO₂ SELON LA SOURCE D'ÉNERGIE

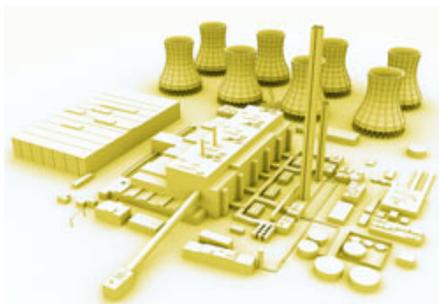
Le tableau suivant indique, pour chacune des énergies utilisées, le nombre de grammes de CO₂ émis lors de la production d'1 kWh d'électricité. Cette valeur prend en compte l'analyse du cycle de vie, c'est-à-dire toutes les phases (fabrication, installation, entretien, recyclage en fin de vie).

Source d'énergie	g CO ₂ /kWh
Hydraulique	4 à 5
Nucléaire	5 à 66
Éolien	3 à 22
Photovoltaïque	15 à 32
Gaz (cycle combiné)	330 à 400
Fuel	890 à 980
Charbon	670 à 1000

Sources : EPIA, 2011 et ADEME, 2009.

2.1. ÉLECTRICITÉ PRODUITE ET DISTRIBUÉE PAR UN FOURNISSEUR

L'électricité distribuée en France est produite essentiellement à base de 84 % de nucléaire, 5 % d'hydraulique, 3 % d'éolien, 3 % de charbon, 3 % de gaz en cycle combiné, 1 % de solaire photovoltaïque et 1 % de fuel.



 Calculer les émissions minimales de CO₂ pour 1 kWh d'électricité distribuée par un fournisseur :

 Calculer les émissions maximales de CO₂ pour 1 kWh d'électricité distribuée par un fournisseur :

2.2. COMPARAISON DES DIFFÉRENTES SOLUTIONS

 Calculer la quantité minimale et maximale de CO₂ qui sera émise chaque année pour couvrir besoins en électricité de l'habitation pour chacune des trois solutions. Reporter ces valeurs dans le tableau suivant :

Production d'énergie	kg CO ₂ par an minimum	kg CO ₂ par an maximum
Fournisseur d'électricité classique		
Éolien		
Photovoltaïque		

 Classer les modes de production du moins polluant au plus polluant ?

3. INSTALLATION SOLAIRE POUR LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ EN AUTOCONSOMMATION

3.1. DIMENSIONNEMENT DES PANNEAUX SOLAIRES

La relation qui donne l'énergie électrique produite par un panneau solaire E_{pv} (en kW·h/an) en fonction de sa puissance est la suivante :

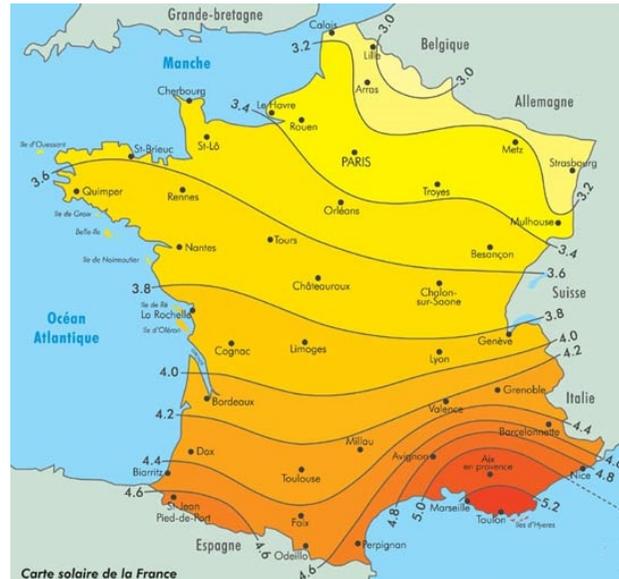
$$E_{pv} = E_{sol} \times P_{cr} \times f_{perf}$$

Avec :

- E_{sol} , l'irradiation solaire annuelle (en kW·h/m²·an) ;
- P_{cr} , la puissance électrique (en kW) produite par le module photovoltaïque lorsqu'il est soumis à un éclairage énergétique de 1 kW/m² ;
- f_{perf} , le rendement énergétique du système de stockage de l'énergie.



La figure suivante donne la mesure de l'irradiation solaire moyenne (en kW·h/m²) reçue chaque jour au niveau du sol sur une surface orientée au sud et inclinée de 35°. L'habitation est située à Valence.



☞ Relever la valeur de l'irradiation solaire moyenne (en kW·h/m²) reçue chaque jour à Valence :

☞ Calculer E_{sol} , l'irradiation solaire annuelle (en kW·h/m²·an) reçue à Valence :

Le rendement énergétique f_{perf} du système de stockage et de restitution de l'énergie est estimé à 80 %.

☞ Calculer P_{cr} , la puissance électrique que doit produire le module photovoltaïque :

Le module photovoltaïque présente un rendement énergétique η égal à 14%.

☞ Calculer la surface totale de panneaux solaires qui doit être installée pour produire la puissance P_{cr} requise :

3.2. CALCUL DE LA PÉRIODE DE RÉCUPÉRATION DE L'INSTALLATION SOLAIRE PAR RAPPORT À UN ABONNEMENT À UN FOURNISSEUR

La tarification de l'électricité comprend l'abonnement à un fournisseur d'énergie électrique et un prix dépendant de la consommation (facturée au kilowatt-heure) :

- le prix du kW·h distribué par un fournisseur (type EDF) s'élève à 0,15 euros ;
- le cout annuel de l'abonnement est de 120 euros.

☞ Calculer la somme d'argent dépensée annuellement pour la consommation électrique dans le cas où l'électricité est distribuée par à un fournisseur :

Le prix du module photovoltaïque est de 14 000 euros.

☞ Calculer la période de récupération de l'investissement pour les panneaux solaires :

☞ Commenter ce résultat, sachant que la durée de vie des panneaux solaires est estimée 20 ans :

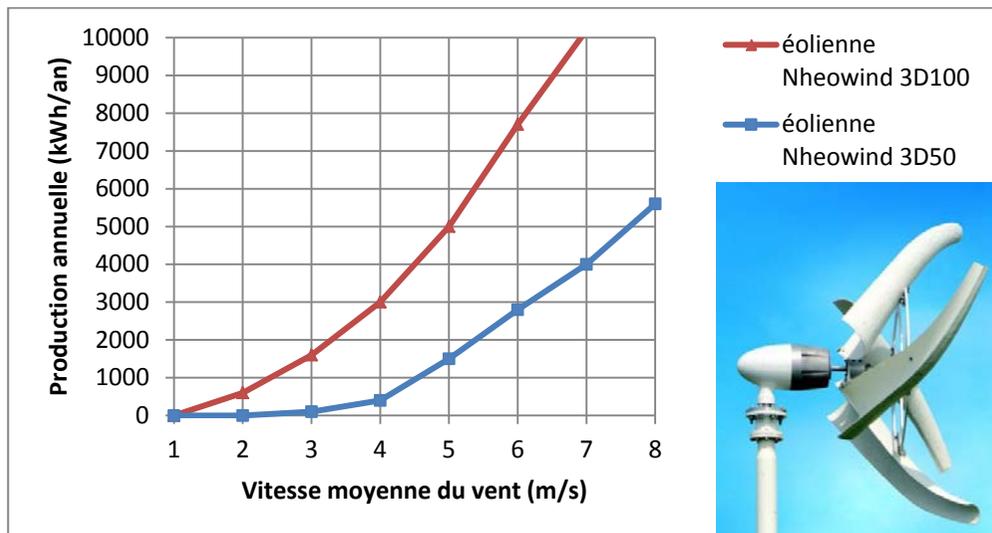
4. INSTALLATION ÉOLIENNE POUR LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ EN AUTOCONSOMMATION

4.1. DIMENSIONNEMENT DE L'ÉOLIENNE

La vitesse moyenne annuelle du vent mesurée sur le site d'installation est de 4,5 m/s.

La figure ci-dessous donne la production énergétique annuelle en fonction de la vitesse du vent pour deux modèles d'éolienne produites par la société Nheolis :

- éolienne Nheowind 3D50 (13 000 euros) ;
- éolienne Nheowind 3D100 (18 000 euros).



Le rendement énergétique *f_{perf}* du système de stockage et de restitution de l'énergie est estimé à 80 %.

✍ Calculer l'énergie *E_{eol}* que devra produire annuellement l'éolienne compte-tenu du rendement énergétique du système de stockage et de restitution de l'énergie :

✍ Quelle éolienne produit une énergie suffisante pour couvrir les besoins :

4.2. CALCUL DE LA PÉRIODE DE RÉCUPÉRATION

✍ Calculer la période de récupération de l'investissement pour l'éolienne choisie :

✍ Commenter ce résultat, sachant que la durée de vie de l'éolienne est estimée 20 ans :

5. AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DES MODES DE PRODUCTION

✍ Quels sont les avantages et inconvénients des modes de production d'énergie électrique d'origine éolienne et solaire par rapport à l'énergie produite et distribuée par un fournisseur :
