

On entend très souvent parler de rendement, facteur de charge, de puissance, etc. pour qualifier les capacités d'une éolienne à produire de l'électricité. Mais que signifient exactement tous ces termes techniques ? La confusion sur ce sujet, entretenue par les promoteurs, empêche une bonne compréhension. Voici quelques clés pour mieux comprendre ces notions très techniques.

#### Définitions - Différence entre kW et kWh.

**L'unité de mesure de puissance est le watt**, c'est une mesure instantanée, symbole W.

Les multiples du watt sont le Kilowatt kW (1 000 W), le Mégawatt MW (1 000 000 W), le Gigawatt GW (1 000 000 000W), le Térawatt TW (1 000 000 000 000 W).

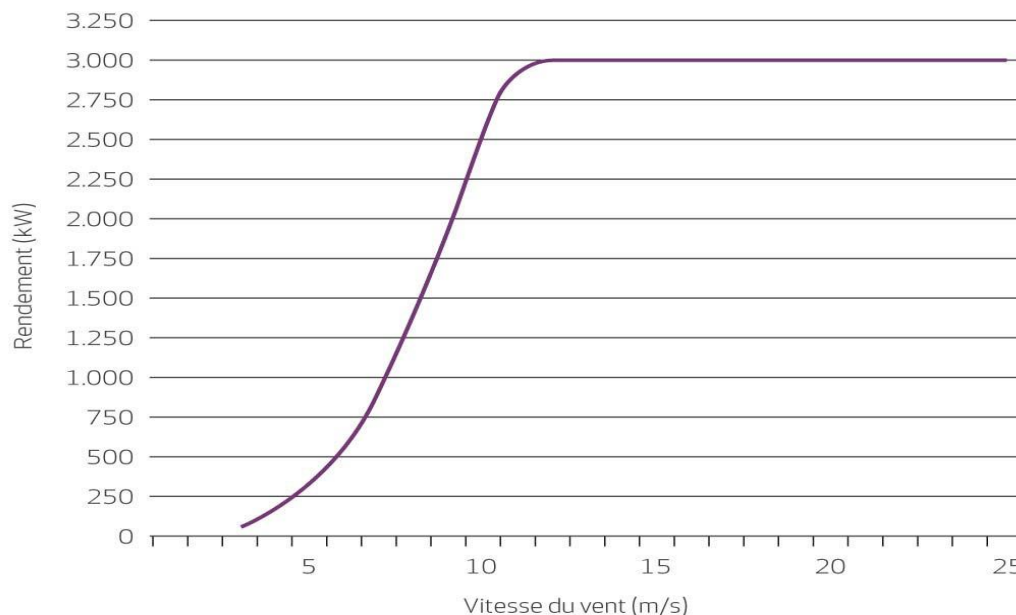
**L'unité de mesure d'énergie est le watt heure**, c'est une mesure pendant une durée, symbole Wh.

On retrouve les mêmes multiples kWh, MWh, etc. Si on veut comptabiliser une production ou une consommation on multiplie la puissance par le temps et on obtient des watts heure (Wh). Donc si on a 1 000 watts produits pendant 1 h on obtient 1 000 watt heure (Wh) soit 1 Kilowatt heure (kW/h).

#### Rendement et facteur de charge

**Le rendement** correspond à la capacité de l'éolienne à produire de l'électricité en fonction de la vitesse du vent. Voici ci-dessous la courbe de puissance d'une éolienne Vestas V112 de 3MW (document constructeur) qui est une éolienne très répandue.

Courbe de puissance V112-3,0 MW



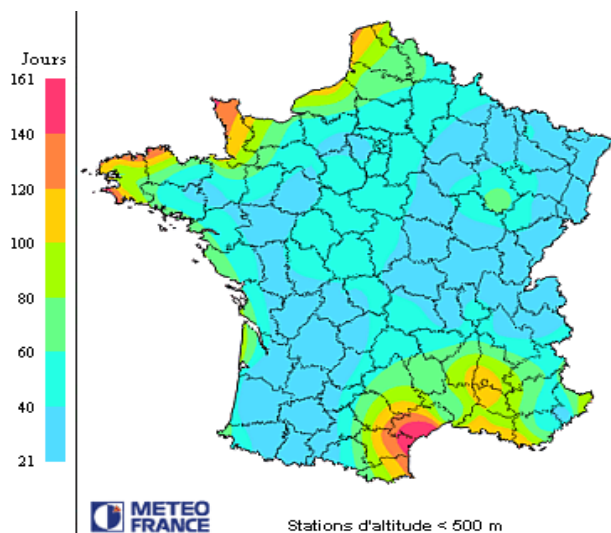
On a en ordonnée le rendement et en abscisse la vitesse du vent. On s'aperçoit qu'en dessous de 3m/s, il n'y a pas de production, la force du vent n'est pas suffisante pour faire tourner l'éolienne. Généralement on considère le début d'une production électrique à partir de 3 m/s (10 km/h) générant environ 400 kW soit un rendement de 13 %. A 30 km/h (8 m/s) on arrive à un rendement de 50 % de la puissance de l'éolienne. Il faut atteindre 40 km/h (11 m/s) pour obtenir un rendement de

100 % de la puissance. Rappelons que par sécurité les éoliennes sont arrêtées si le vent dépasse 25m/s (90 km/h).

Le facteur de charge éolien correspond au ratio suivant :

$$\text{Facteur de charge} = \frac{\text{Energie produite par un parc éolien durant une période "t"}}{\text{Energie produite par ce même parc éolien s'il avait fonctionné constamment à puissance maximale sur la même période "t"}}$$

Avec un facteur de charge de 100 % l'éolienne produirait 24h/24 et 7j/7. Ce n'est pas le cas bien évidemment ! Au niveau national en 2016, Le facteur de charge éolien s'élève en moyenne à 21,7 %, en diminution par rapport à 2015 (24,5 %). (Source RTE)



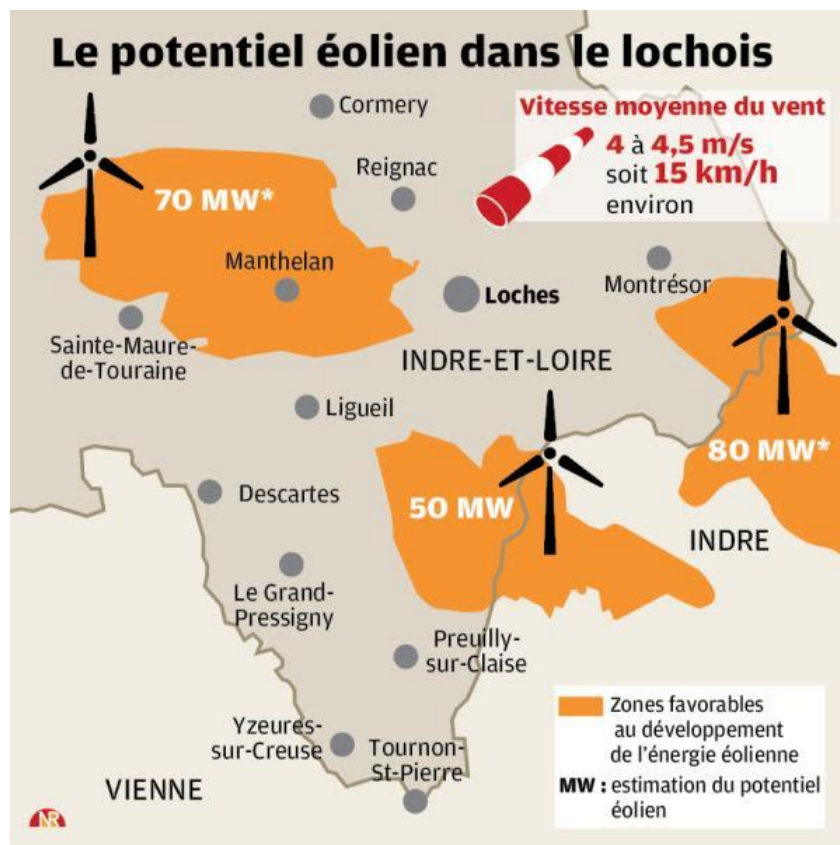
Sur notre territoire de Touraine du Sud peu venté, le facteur de charge se situe plutôt entre 19 et 20 %. Le taux de charge en région Centre Val de Loire est de 20,9 % sur un an glissant (Sources RTE bilan nov. 2017)

Sur l'échelle des vents notre département se place au niveau 2 sur 7, avec une moyenne de 50 jours de vent par an, dont l'intensité est essentiellement variable. (Source Météo France, carte des vents ci-dessus). Interprétation de la carte Météo France : 50 jours / 365 Jours = 13,7 %.

#### Puissance installée et puissance produite

**La puissance annoncée par le promoteur est toujours la puissance installée. Elle correspond à la puissance maximale que peut délivrer l'éolienne ou le parc éolien.** Comme nous venons de l'expliquer dans le point précédent, **cette puissance ne peut être atteinte que lorsque le vent permet d'atteindre la vitesse nominale de la machine.** Généralement la vitesse du vent nécessaire pour atteindre cette puissance maximale se situe au-delà de 11 m/s soit plus de 40 km/h

Ce potentiel de production annoncé par le promoteur ne prend pas en compte le facteur de charge ni la courbe de rendement d'une éolienne. **Cette supercherie nous fait croire en sud Touraine à un potentiel de 200 MW alors qu'en réalité la production serait 5 fois inférieure** (facteur de charge au environ de 20%) **soit 40 MW au mieux.** De plus, si on installe des éoliennes de 3 MW il faut 67 éoliennes pour atteindre les 200 MW installés. Notre territoire serait totalement couvert d'éoliennes.



**Pour comparer, si nous prenons 27 éoliennes de 3 MW placées dans une zone venteuse (au moins 32km/h en moyenne) ces dernières produiraient autant que les 67 éoliennes réunies animées par les 15km/h de moyenne de vent de notre territoire. Ainsi une région plus venteuse produirait autant avec 2.5 fois moins d'éoliennes.**

*Démonstration :*

*Production d'une éolienne Vestas 3 MW avec 4 m/s de vent : 600 KW*

*600 kW x 67 = 40 200 kW soit 40,20 MW*

*Production d'une éolienne Vestas 3 MW avec 8 m/s de vent : 1 500 KW soit 1,5 MW*

*40.20 / 1,5 = 26.8 éoliennes*

Capacité de production rapportée au nombre de foyers

Selon l'ADEME, une éolienne de 2 MW alimente 2000 foyers, ces estimations sont fausses pour plusieurs raisons :

- Nous devons rappeler dès à présent que lorsque l'on parle de la consommation moyenne par foyer hors chauffage on s'écarte sérieusement de la vérité car 38% des foyers se chauffent à l'électricité : on se demande pourquoi on devrait les ignorer ?
- L'ADEME fait des calculs de moyenne, chacun sait que les consommations ne sont pas uniformes, au contraire elles sont concentrées sur de courtes périodes (18 - 20 h par exemple).
- Les éoliennes ont une production intermittente qui ne coïncide pas forcément avec les besoins en électricité à ce moment.

- L'ADEME fait une confusion entre puissance instantanée donc intermittente et production moyenne lissée sur l'année

*Démonstration :*

*Si on prend la puissance théorique d'une éolienne 2 MW soit 2 000 kW :*

*$2\,000\text{ kW} / 2000\text{ foyers} = 1\text{ kW par foyer}$*

*Un foyer qui ne consommerait qu'un (1) kW peut effectivement avoir de l'éclairage... mais il faut penser qu'il se chauffe au bois, au fioul ou au charbon, fait de l'eau chaude à l'aide du soleil (quand il y en a) et sa cuisine sur le poêle ou au gaz!*

*Une éolienne de 2 MW est capable de produire 2 MW à un instant t si le vent atteint 11 m/s soit 40km/h (donnée Vestas) ; si le vent tient pendant 1 h on obtient 2 MWh, pendant 2 h on obtient 4MWh et ainsi de suite on comptabilise l'énergie.*

*- Sachant qu'une année correspond à 8 760 h, cette éolienne pourrait, en théorie avec un facteur à 100 %: , produire au maximum  $8\,760\text{ h} \times 2\text{ MW} = 17\,520\text{ MWh}$ .*

*Avec un facteur de charge de 20 % :*

*$17\,520\text{ MWh} \times 20\% = 3\,504\text{ MWh réels et intermittents sur une année soit } 3\,504\,000\text{ kWh}$*

*-Selon RTE : Consommation électrique moyenne par an et par foyer en France en 2016:*

*$150,1\text{ TWh} / 32\,078\,000\text{ sites} = 4\,679\text{ kWh consommation annuelle par foyer français.}$*

*$3\,504\,000\text{ kWh} / 4\,676\text{ kWh} = 749\text{ foyers alimentés}$*

*Maintenant il faut corréliser la puissance effective à un instant t et la puissance produite sur l'année :*

*$2\,000\text{ kW} / 750\text{ foyers} = 2,6\text{ kW de puissance disponible par foyer lorsqu'il y a } 40\text{ km/h de vent}$*

*Donc si on veut être capable d'alimenter les 750 foyers théoriques il faut que l'on soit capable de stocker l'énergie car autrement chaque foyer pourra consommer au maximum 2,6 kW si le vent atteint 40 km/h.*

*Si le vent n'est que 15 km/h on tombe à  $250\text{ kW} / 750 = 0,333\text{ kW par foyer lorsqu'il y a } 15\text{ km/h de vent}$ .*

*Juste pour comparaison un aspirateur, un four, un lave-linge ou lave-vaisselle, a une puissance variant entre 2 kW et 3 kW...*

*Si on est réaliste il faut au moins 4 kW de puissance disponible par foyer. Tant que l'on ne sait pas stocker l'énergie de manière importante, à bas coût, avec un rendement élevé et écologique (sans utiliser des terres rares) chaque éolienne ne pourra fournir la puissance qu'à :*

*$2\,000\text{ kW} / 4\text{ kW} = 500\text{ foyers lorsqu'il y a } 50\text{km/h de vent}$*

*$250\text{ kW} / 4\text{ kW} = 62,5\text{ foyers lorsqu'il y a } 15\text{km/h de vent.}$*

*$0\text{ kW} / 4\text{ kW} = 0\text{ foyer lorsqu'il n'y a pas de vent!}$*

Même si en moyenne sur l'année on peut estimer fournir la consommation de 750 foyers, on s'aperçoit que dans la réalité la puissance fournie par les éoliennes n'est pas suffisante pour assurer la consommation de ces 750 foyers lors des pics de consommation d'autant plus que le vent ne se pilote pas. **Les affirmations de l'ADEME avec 2000 foyers annoncés sont donc fondées sur un calcul théorique biaisé. Elles ne sont pas transposables à la réalité des besoins instantanés de consommation.**