

Sujet de 1^{ère} année de BTS sur le thème des éoliennes

- [Exercice 1 : Etude de fonction](#)
- [Exercice 2 : Statistiques à 2 variables](#)
- [Exercice 3 : Loi binomiale](#)

Exercice 1 : Puissance de sortie de l'éolienne

La puissance électrique P de sortie d'une l'éolienne dépend de la vitesse du vent v .

Au delà d'une vitesse de vent de 25 m/s, l'éolienne E70 est mise à l'arrêt pour protection, la puissance de sortie est alors nulle

Pour une vitesse de vent comprise entre 0 et 25 m/s, la puissance électrique de sortie de l'éolienne E70 (en kW) en fonction de la vitesse du vent (en m/s) peut s'exprimer par :

$$P(v) = -6 + \frac{2100}{1+349e^{-0,7v}}$$



Problématique :

- **L'éolienne E70 peut-elle atteindre une puissance de sortie de 2200 kW ?**
- **A partir de quelle vitesse de vent, l'éolienne E70 arrive-t-elle à produire une puissance électrique d'au moins 2000 kW ?**

1°) Calculer au kW près :

- a) la puissance électrique de sortie de l'éolienne E70 pour une vitesse de vent de 5 m/s.
- b) la puissance électrique de sortie de l'éolienne E70 pour une vitesse de vent de 15 m/s.

2°) On considère la fonction f définie sur $]0 ; +\infty[$ par $f(x) = -6 + \frac{2100}{1+349e^{-0,7x}}$.

On note C_f la courbe représentative de la fonction f et f' la fonction dérivée de f .

- a) Déterminer la limite de la fonction f en $+\infty$.
- b) Dédire de la question précédente l'existence d'une asymptote D à la courbe C_f au voisinage de $+\infty$.

c) Montrer que $f'(x) = \frac{513\,030e^{-0,7x}}{(1+349e^{-0,7x})^2}$.

- d) Etudier le signe de $f'(x)$ et en déduire le tableau de variation de la fonction f sur $]0 ; +\infty[$.
- e) Répondre à la première partie de la problématique :

L'éolienne E70 peut-elle atteindre une puissance de sortie de 2200 kW ? Justifier la réponse.

3°) A l'aide de votre calculatrice, répondre à la deuxième partie de la problématique :

A partir de quelle vitesse de vent (valeur arrondie au dixième), l'éolienne E70 arrive-t-elle à produire une puissance électrique d'au moins 2000 kW ?



Appel n°1 : Présenter vos résultats de la calculatrice à l'examineur.

1

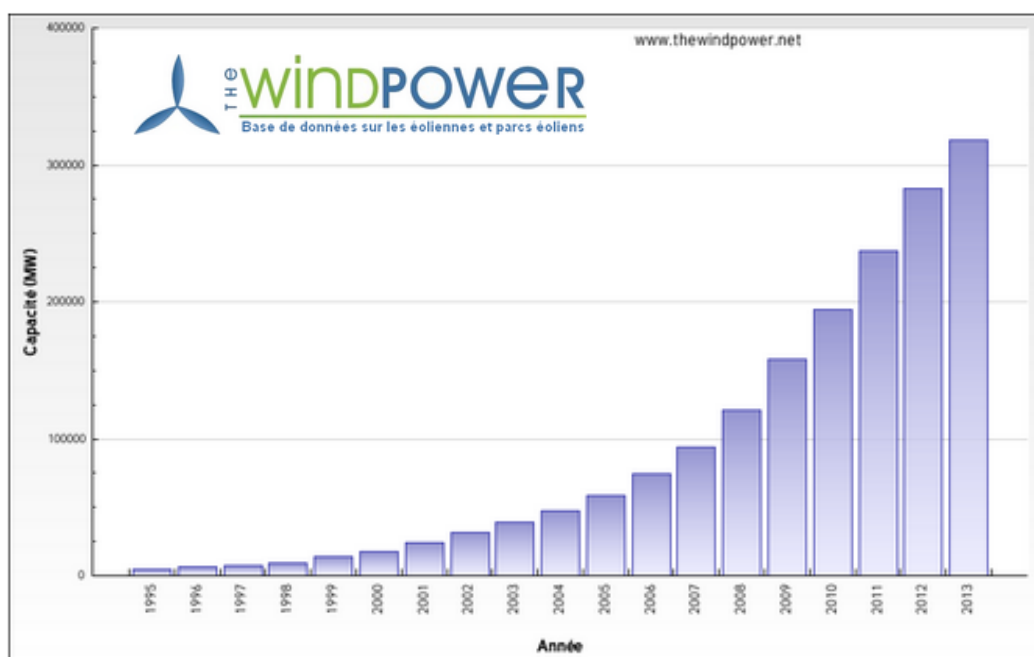
Exercice 2 : Progression de la capacité des parcs éoliens dans le monde

Le tableau ci-dessous donne la capacité (en MW) des parcs éoliens mondiaux entre 1995 et 2013.

Ses données proviennent du site http://www.thewindpower.net/statistics_world_fr.php, qui est une base de données sur les éoliennes et les parcs éoliens.

Année	1995	2 000	2 005	2 006	2 007	2 008	2 009	2 010	2 011	2 012	2 013
Rang x	1	6	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Capacité y en MW	4 800	18 040	59 063	74 175	93 869	121 247	157 910	194 558	237 023	282 684	318 511

Le diagramme en bâtons associé à ce tableau est représenté ci-dessous.



Problématique : Quelle sera la capacité en MW des parcs éoliens dans le monde en 2016 ?

1°) A partir de la lecture du diagramme en bâtons, justifier que l'ajustement affine de y en x est inapproprié pour prévoir la capacité des parcs éoliens dans le monde en 2016.

2°) a) Saisir dans la calculatrice les données statistiques correspondant au rang x et la capacité y du tableau ci-dessous.

Année	1995	2 000	2 005	2 006	2 007	2 008	2 009	2 010	2 011	2 012	2 013
Rang x	1	6	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Capacité y en MW	4 800	18 040	59 063	74 175	93 869	121 247	157 910	194 558	237 023	282 684	318 511

b) On pose $z = \ln y$. Sur la calculatrice, établir une nouvelle liste correspondant à la variable z .

3°) a) A l'aide de la calculatrice, déterminer, à 10^{-3} près, le coefficient de corrélation linéaire de la série $(x ; z)$.

b) Dédurre que l'ajustement affine de z en x par la méthode des moindres carrés est approprié.

4°) a) A l'aide de la calculatrice, donner l'équation de la droite d'ajustement affine de z en x par la méthode des moindres carrés (arrondir à 10^{-3} les coefficients a et b de l'équation).



Appel n°2 : Présenter vos résultats de la calculatrice à l'examineur

b) Dédurre que $y(x) = e^{0,237x} + 8,343$.

5°) En utilisant le modèle obtenu précédemment, répondre à la problématique en estimant, par le calcul, au millier de MW près, la capacité des parcs éoliens mondiaux en 2016.

2

Exercice 3 : Gestion de maintenance de 70 éoliennes sur 6 départements



Basés au Puy en Velay, les 11 techniciens de la société ENERCON Service France assurent la maintenance des éoliennes Enercon pour les départements {43, 07, 03, 63, 48, 26}, soit un total de 70 éoliennes et une puissance cumulée de 115 MW.

De par sa proximité avec les parcs éoliens, ENERCON Service garantit des ratios de disponibilité très élevés (98,5 % sur les dernières années).

Les 11 techniciens d'ENERCON Service basés au Puy travaillent en journée de 9 h à 17 h.

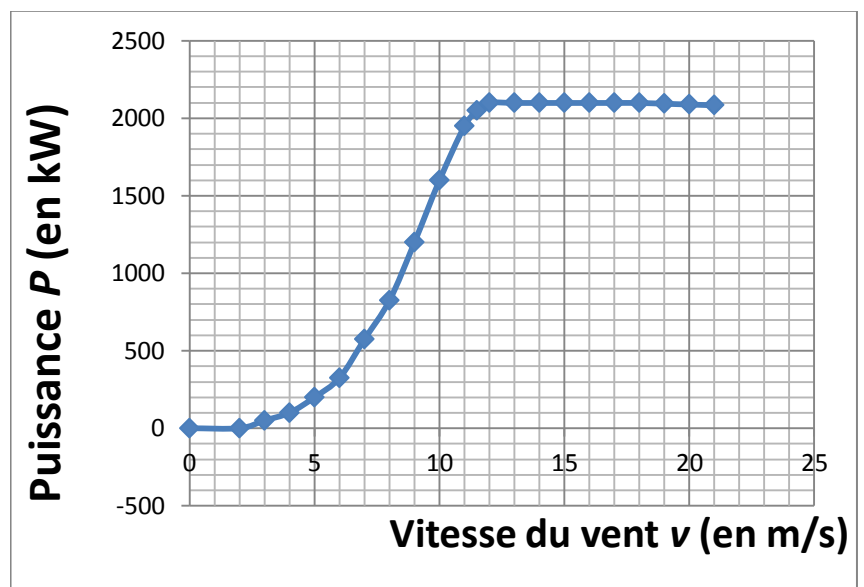
La société s'interroge sur son organisation pour améliorer encore la disponibilité de ces machines, notamment la nuit.

1°) Une panne intervient à 17 h 30 min, l'éolienne est alors arrêtée jusqu'au lendemain à 9 h 00.

On rappelle que l'énergie E en kWh se calcule par la formule $E = P \times t$ avec P la puissance en kW et t la durée en heure.

En utilisant la courbe de puissance de l'éolienne E70 (2,1 MW) donnée ci-contre, calculer combien coûte alors cet arrêt de production sur l'éolienne si le vent souffle toute cette nuit-là à la vitesse de 15 m/s.

Le kWh électrique produit est revendu 0,07 €/kWh au réseau électrique.



2°) On admet que chacune de ces 70 éoliennes Enercon a une probabilité de 0,985 d'être en bon fonctionnement.

On considère que les survenues de pannes sur ces éoliennes sont indépendantes les unes des autres (l'apparition d'une panne sur l'onduleur d'une éolienne, par exemple, n'entraîne pas un risque de panne plus élevé sur une autre éolienne).

On désigne par X la variable aléatoire qui associe à tout échantillon de 70 éoliennes le nombre d'éoliennes en panne.

Pour les questions b), c) et d), les résultats seront arrondies à 10^{-3} .

- a) Justifier que la variable aléatoire X suit une loi binomiale dont on donnera les paramètres.
- b) Calculer la probabilité qu'il n'y ait aucune éolienne en panne sur les 70.
- c) Calculer la probabilité qu'il y ait au plus 2 éoliennes défectueuses sur les 70.
- d) Calculer la probabilité qu'il y ait plus de 3 éoliennes défectueuses sur les 70. Ce risque vous paraît-il élevé ?
- e) Calculer le nombre moyen d'éoliennes en panne sur les 70.