

Exercice 13 p 169 :

1- Cumulonimbus ?

Le cumulonimbus est un genre de nuage d'extension verticale considérable : aux latitudes tempérées sa base se situe entre 300 m et 3000 m de hauteur avec une épaisseur allant de 5000 m à 12000 m.

Son apparence ample et massive, semblable à celle d'une montagne, s'orne de forts contrastes entre un aspect général foncé et la blancheur des parties du nuage directement éclairées par le Soleil.

Le cumulonimbus est très souvent porteur d'orages avec éclairs, et déclenche presque toujours des averses.

2- Intensité de l'éclair :

Un éclair transporte 5C de charges et a une durée de moyenne de 25 ms.

On en déduit donc l'intensité d'un tel éclair :

$$I = \frac{q}{\Delta t} = \frac{5}{25 \times 10^{-3}}$$

$$I = 200 \text{ A}$$

3- Puissance de l'éclair et énergie dissipée :

$$P_e = U \times I = 100 \times 10^6 \times 200$$

$$P_e = 2 \times 10^{10} \text{ W} = 20 \text{ GW}$$

$$W_e = P_e \times \Delta t = 2 \times 10^{10} \times 25 \times 10^{-3}$$

$$W_e = 5 \times 10^8 \text{ J} = 500 \text{ MJ}$$

4-a) Énergie dissipée lors d'un orage :

Sachant qu'il y a en moyenne 100 éclairs par orage, on en déduit l'énergie W_e' dissipée lors d'un orage.

$$W_e' = 100 \times W_e = 100 \times 5 \times 10^8$$

$$W_e' = 5 \times 10^{10} = 50 \text{ GJ.}$$

4-b) Puissance moyenne calculée sur un an, dissipée par les éclairs en France :

Calculons l'énergie, dissipée par les éclairs en France sur une année :

$$W_e'' = 10^6 \times 500 \times 10^6 = 500 \times 10^{12} \text{ J}$$

On en déduit alors la puissance dissipée par les éclairs en France sur un an :

$$P_e' = \frac{W_e''}{\Delta t} = \frac{500 \times 10^{12}}{365 \times 24 \times 3600} = 1,6 \times 10^7 \text{ W} = 16 \text{ MW}$$

5- Nombre d'habitations que l'on pourrait alimenter ?

Calculons en MWh, l'énergie dissipée par les éclairs chaque année en France. On a :

$$W_e'' = \frac{500 \times 10^{12}}{3600 \times 10^6} = 1,4 \times 10^5 \text{ MWh}$$

Sachant que l'on suppose qu'on peut récupérer 10% de cette énergie, cela représente un

$$\text{nombre d'habitant } n : \quad n = \frac{1,4 \times 10^5}{4 \times 10} = 3,5 \times 10^3 \text{ habitants}$$

Près de 3500 foyers pourraient être alimentés en électricité en récupérant l'énergie électrique dissipée par les éclairs chaque année en France.

Alors pourquoi ne cherche t-on pas à récupérer toute cette énergie électrique ?

Supposons que l'énergie des éclairs soit captée par des paratonnerres de type Franklin. Une tige de

10 mètres de haut capte la foudre dans un rayon de l'ordre de sa hauteur, soit une aire de l'ordre de 300 m². Pour couvrir la France, il faudrait donc installer environ 2 milliards de tiges. On imagine l'esthétique d'un tel réseau! Si l'on souhaite poursuivre ce raisonnement, chaque tige pèsera 45 kg. Il faudrait alors investir une masse de cuivre de 90 milliards de kg. Même à 3€ le kg, cela représente un coût de matière première de 270 milliards d'euros !

Par ailleurs, la probabilité annuelle de foudroiement d'une tige de hauteur 10m est de l'ordre de 1 chance sur 1000. Un ensemble de 2 milliards de tiges captera chaque année environ 2 millions d'éclairs, ce qui suffit à capter tous les éclairs au sol.

Enfin, comment pourrait-on stocker cette énergie ?

Mr Gérard BERGER

Directeur de Recherche
Laboratoire de Physique des Gaz et des Plasmas
Equipe DEE-Supelec

Plus d'informations sur <http://www.lafoudre.com/>