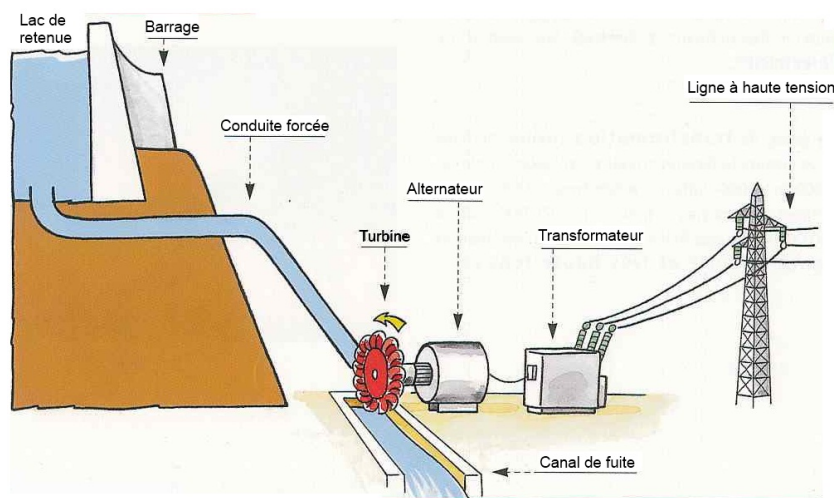


**EXERCICE I : PRODUCTION D'ÉNERGIE HYDROÉLECTRIQUE – 10 POINTS**

Un des grands enjeux actuels réside dans la recherche de solutions alternatives permettant d'offrir d'autres modes de production d'énergie. Cet exercice vise à examiner les principes et quelques propriétés caractéristiques de la filière hydroélectrique.

La présence de nombreux cours d'eau à fort débit permet à certains pays, comme le Canada, d'assurer une importante proportion de sa production d'énergie électrique à base d'hydroélectricité. La France a également de nombreux sites de production de cette nature dans les zones montagneuses notamment.

Il est possible de donner une estimation de la puissance maximale disponible à partir de grandeurs physiques comme le débit volumique  $D_v$  exprimé en mètres cubes par seconde ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ) et la hauteur de chute  $H$ .



On considère une masse  $m$  d'eau qui descend dans la conduite forcée et chute, sans vitesse initiale et sans frottements, d'une hauteur  $H$ .

1. Exprimer littéralement la variation d'énergie potentielle de pesanteur  $\Delta E_{PP}$  de cette masse  $m$  d'eau au cours de sa chute entre la haut de la conduite (point A) et la bas de la conduite forcée (point B) en fonction de  $m$ ,  $g$  et  $H$ .
2. Exprimer littéralement la variation d'énergie cinétique  $\Delta E_C$  de cette masse  $m$  d'eau au cours de sa chute entre les points A et B en fonction de  $m$  et  $v_B$ , la vitesse de l'eau en bas de la conduite.
3. Que peut-on dire de l'énergie mécanique de la masse  $m$  d'eau dans les conditions de l'étude ? Justifier la réponse.
4. En détaillant les calculs littéraux, exprimer la vitesse  $v_B$  de l'eau en bas de la conduite forcée.

L'intensité de la pesanteur est  $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ . Pour la centrale de La Jonche, en Isère, la hauteur de chute est de 237 m et le débit volumique est  $D_v = 1,2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ .

5. Calculer la valeur de la vitesse  $v_B$  pour cette centrale et expliquer en quoi il s'agit de la valeur maximale de la vitesse de l'eau en bas de la conduite.
6. En supposant que toute l'énergie cinétique de l'eau en bas de la conduite forcée est convertie en énergie électrique par la turbine et l'alternateur, déterminer l'énergie électrique produite par un mètre cube d'eau.
7. En utilisant la valeur du débit volumique, déterminer la valeur de l'énergie électrique produite en une seconde. Cette valeur correspond à la puissance maximale que l'on peut espérer obtenir à La Jonche, exprimée en watts.
8. La puissance réelle produite à La Jonche est en fait de 2,3 MW. Citer quelques phénomènes qui expliqueraient l'écart entre la puissance maximale théoriquement disponible et la puissance réellement obtenue.

## EXERCICE II : CHARGE ÉLECTRIQUE PONCTUELLE – 4 POINTS

En un point  $O$  de l'espace se trouve une charge électrique ponctuelle  $Q = 1,00 \mu\text{C}$ . La constante électrique vaut  $k = 9,00 \cdot 10^9 \text{ SI}$ .

1. Donner toutes les caractéristiques de la force  $\overrightarrow{F(A)}$  qu'exerce cette charge  $Q$  sur une charge  $q = -0,200 \mu\text{C}$  située en  $A$ , à  $5,00 \text{ cm}$  de  $O$ .
2. Donner toutes les caractéristiques du champ électrique  $\overrightarrow{E(A)}$  créé par la charge  $Q$  au point  $A$ .
3. Schématiser la situation en faisant apparaître  $\overrightarrow{F(A)}$ ,  $\overrightarrow{E(A)}$  et quelques lignes de champ.
4. On retire la charge  $q$ . Existe-t-il toujours un champ électrique au point  $A$  ?

## EXERCICE III : GALILEO – 3 POINTS

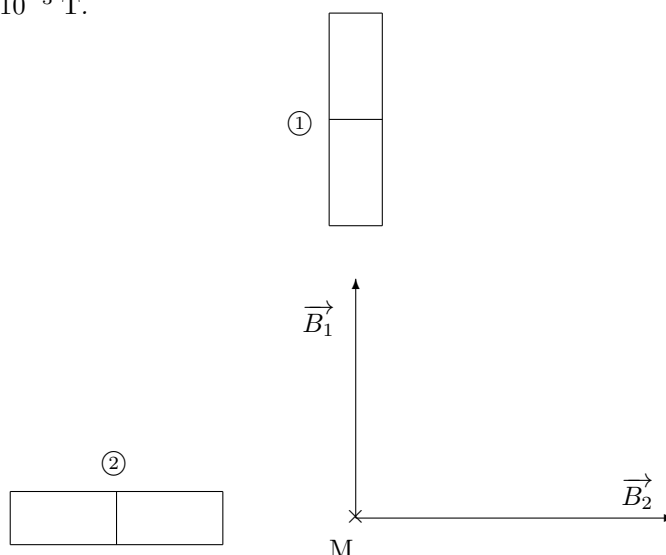
Galileo est le projet européen de système de positionnement par satellites. La « constellation » Galileo sera composée de 30 satellites, dont 27 opérationnels et 3 de réserve, sur des orbites circulaires à  $23\,000 \text{ km}$  d'altitude.

On donne la constante de gravitation universelle  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$ , la masse de la Terre  $M_T = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$  et le rayon terrestre  $R_T = 6378 \text{ km}$ .

1. Déterminer les caractéristiques de la force gravitationnelle qui s'exerce sur un tel satellite dont la masse est  $m = 600 \text{ kg}$ .
2. En déduire la valeur du champ gravitationnel à cette altitude.
3. Quelle est la valeur du champ gravitationnel sur le sol terrestre ? Comparer ces deux valeurs.

## EXERCICE IV : CHAMPS MAGNÉTIQUES – 3 POINTS

En un point  $M$  de l'espace se superposent deux champs magnétiques  $\overrightarrow{B_1}$  et  $\overrightarrow{B_2}$  créés par deux aimants droits ① et ② dont les directions sont perpendiculaires. Les intensités de ces deux champs sont telles que  $B_1 = 3,0 \cdot 10^{-3} \text{ T}$  et  $B_2 = 4,0 \cdot 10^{-3} \text{ T}$ .



1. Déterminer les pôles des deux aimants et les reporter sur le schéma ci-dessus.
2. Représenter graphiquement le champ magnétique total  $\overrightarrow{B}$  résultant de la présence des deux aimants et déterminer son intensité, exprimée en tesla, grâce à l'échelle du document. Déterminer graphiquement l'angle  $\alpha$  que fait ce champ avec le vecteur  $\overrightarrow{B_2}$ .
3. À l'aide d'un théorème mathématique bien connu d'une part et d'une relation de trigonométrie d'autre part, retrouver par le calcul la valeur de l'intensité  $B$  du champ  $\overrightarrow{B}$  et la valeur de l'angle  $\alpha$ .