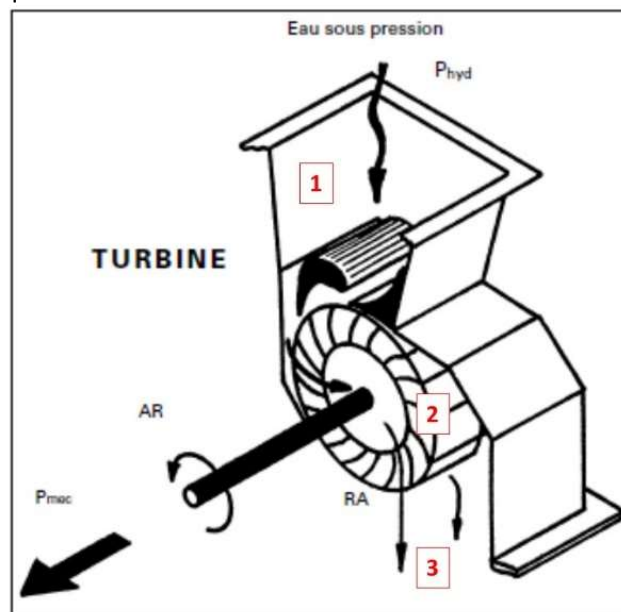


EXAMEN de *Conversion Electro-Mécanique de l'Energie*

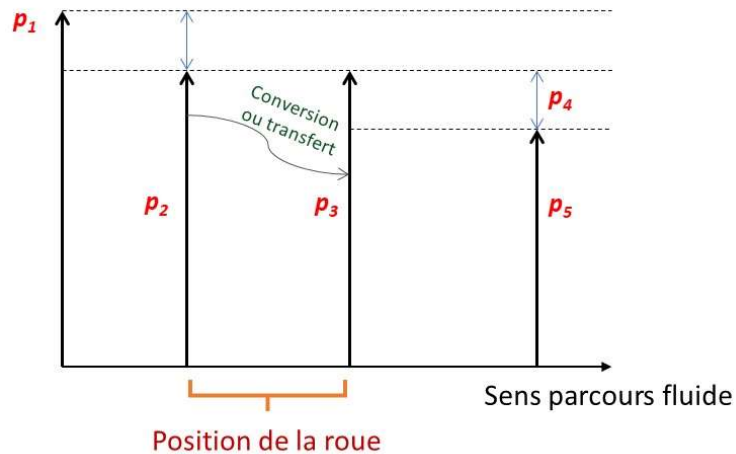
Auteur : Alexandre LABERGUE

Questions de cours (Répondez seulement à ce qui est demandé):

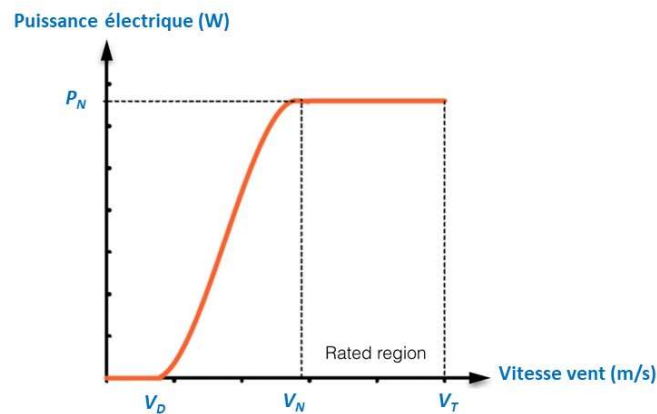
- Donner l'expression de la puissance hydraulique en fonction des paramètres dont vous préciserez leurs noms et leurs unités.
- Même question que précédemment pour la puissance mécanique disponible sur un arbre en rotation.
- A partir du schéma ci-dessous, donner le nom des éléments (étiquettes 1 à 3) constituant une turbine hydraulique.



- Pour une turbine, quelle est la définition de la hauteur génératrice (ou brute) disponible ?
- Rappeler la condition fondamentale qui doit être respectée entre 2 roues différentes pour pouvoir appliquer la notion de similitude.
- Donner le nom et expression des puissances p_1 à p_5 du schéma ci-dessous qui représente le bilan des flux dans le cas d'une pompe hydraulique alimentée en entrée par une puissance mécanique et fournissant en sortie une puissance hydraulique.



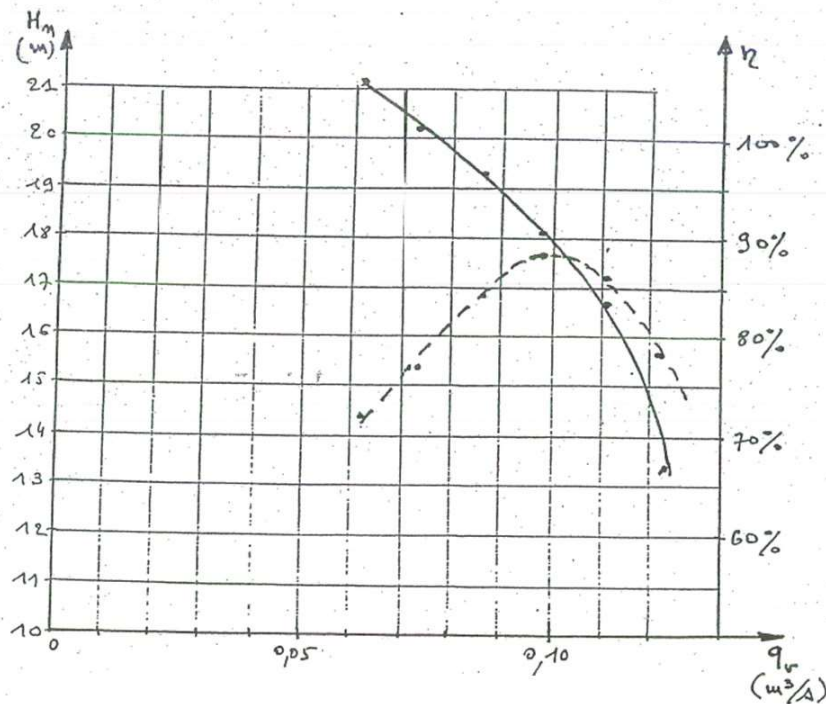
- iv. La Figure ci-dessous donne l'évolution type de la puissance électrique fournie par une éolienne tripale à axe de rotation horizontal. Donner le nom de chacune des 3 vitesses (V_D , V_N et V_T) ainsi que leurs ordres de grandeur. Rappeler enfin à quoi correspond la puissance P_N .



Exercice 1 :

On considère une installation hydraulique dans laquelle circule de l'eau et dont l'ensemble des pertes de charges estimé à $\Delta H = 20$ m est compensé par une pompe centrifuge. Les caractéristiques de la pompe (hauteur nette H_n et rendement mécanique η) sont données à la Figure ci-dessous. La roue de la pompe est actionnée par une machine électrique de rendement $\eta_{elec} = 0.95$.

1. Quelle est la puissance hydraulique fournie par la pompe ? Vous explicitez la démarche et justifierez les valeurs numériques pour les paramètres introduits.
2. Calculer la consommation d'électricité en un an dans l'hypothèse où la pompe fonctionne en permanence.
3. On souhaite désormais travailler au rendement mécanique maximal de la pompe. Calculer la nouvelle consommation électrique annuelle. Conclusion.



Exercice 2 :

Soit une micro-centrale hydroélectrique construite au fil de l'eau d'un fleuve ayant les caractéristiques suivantes (paramètres d'indice 1):

- Hauteur nette $H_{n1} = 8$ m
- Débit volumique $Q_{v1} = 4.2$ m³/s
- Vitesse de rotation nominale $N_1 = 600$ tr/mn
- Diamètre de roue $D_1 = 0.9$ m
- Rendement global (turbine et machine électrique): $\eta = 0.88$

1. Quel est le type de turbine (famille) approprié pour cette centrale? Justifier votre réponse.
2. La micro-centrale fournit une puissance électrique totale P_{elec_tot} de 540 kW. Déduire le nombre de turbine (groupe) qui compose cette micro-centrale.
3. Le gérant de la micro-centrale récupère deux roues de géométrie semblable (indice 2) ayant un diamètre $D_2 = 0.5$ m.

Ce gérant souhaite produire la même puissance électrique totale. Cependant, les autorités fluviales lui précisent que le fleuve ne peut générer une hauteur nette supérieure à 10 m.

Est-il donc possible d'installer ces nouvelles roues ? Justifier votre réponse.

On rappelle les expressions des invariants de Rateau suivant :

$$\delta = \frac{Q_v}{ND^3} \text{ et } m = \frac{gH}{Qv^2N^2} \text{ puis } \tau = \frac{P}{\rho N^3 D^5}$$

Exercice 3 :

Une centrale hydroélectrique, installée au pied d'un barrage, est équipée d'une turbine Pelton de diamètre $D = 2$ m. La hauteur génératrice disponible est $H_G = 500$ m et le débit Q_v dans la conduite forcée est régulé à 0.5 m³/s.

1. Dessiner un schéma simplifié illustrant le principe de fonctionnement d'une roue Pelton et en représentant notamment l'injecteur, l'auget et la topologie de l'écoulement entre la sortie de l'injecteur et la sortie de l'auget.

- En négligeant les pertes de charge entre la prise de la conduite forcée au niveau du barrage et l'entrée de la turbine, estimer la vitesse du jet V_{jet}
- Calculer la puissance hydraulique P_h convertible par la roue.
- On rappelle l'expression de la puissance intrinsèque de la roue Pelton :

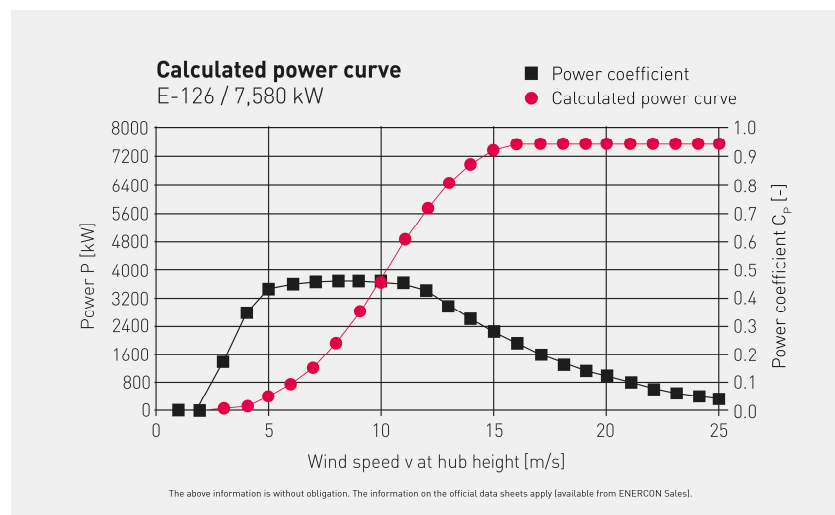
$$P_i = 2\rho Q_v (V_1 - U)U$$

avec V_1 la vitesse de l'écoulement en entrée de l'auget et U la vitesse d'entraînement qu'on supposera la même en entrée et sortie de l'auget.

- Ré-écrire P_i en fonction de la vitesse du jet, de N la vitesse de rotation de la roue (en tr/mn) et de N_{max} la vitesse de rotation d'emballement.
- Calculer la valeur de la vitesse de rotation N_{opt} , que vous exprimerez en tr/mn, pour laquelle la puissance intrinsèque est maximale ($P_{int,max}$).
- En déduire l'expression et la valeur de $P_{int,max}$
- Que constatez-vous en comparant avec la valeur de P_h de la question 3. Donner la raison.

Exercice 4 :

La Figure ci-dessous donne les caractéristiques de l'éolienne Enercon E-126 : évolution de la puissance électrique P_{elec} et du coefficient de puissance électrique $C_{p,elec}$ en fonction de la vitesse du vent. C'est une éolienne tripale à axe de rotation horizontal.



- Quelle est la puissance électrique nominale P_N et optimale P_{opt} ?
- Calculer le diamètre du rotor D . Le fabricant donne 127 m.
- Le tableau ci-dessous donne la distribution de l'intensité du vent sur une année et mesurée sur le site de l'éolienne. Calculer la production électrique $Prod$ et le facteur de disponibilité f de la machine.

Vitesse du vent (m/s)	% sur une année
2	20
5	30
10	30
15	15
25	5