

الصفحة	<b>الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا</b> الدورة العادية 2021 - الموضوع -	المملكة المغربية وزارة التربية الوطنية والتكوين المهني والتعليم العالي والبحث العلمي المركز الوطني للتقويم والامتحانات
1		
24		
***I	TTTTTTTTTTTTTTTTTTTT	NS 46

4h	مدة الإنجاز	علوم المهندس	المادة
8	المعامل	شعبة العلوم والتكنولوجيات: مسلك العلوم والتكنولوجيات الكهربائية	الشعبة أو المسلك

## HYDROLIENNE

- ☞ Le sujet comporte au total 24 pages.
- ☞ Le sujet comporte 3 types de documents :
  - Pages 02 à 12 (Feuilles **Jaunes**) : Socle du sujet comportant la présentation et les situations d'évaluation (SEV).
  - Pages 13 à 16 (Feuilles **Roses**) : Documents ressources portant la mention **DRES XX**.
  - Pages 17 à 24 (Feuilles **Blanches**) : Documents réponses portant la mention **DREP XX**.

- Le sujet comporte 3 situations d'évaluation (SEV) :
- SEV1** : Analyse fonctionnelle et étude de la transmission de puissance ..... (sur 24 pts)
  - SEV2** : Étude énergétique ..... (sur 26,5 pts)
  - SEV3** : Étude partielle de la chaîne d'information ..... (sur 29,5 pts)
- Les 3 situations d'évaluation sont indépendantes et peuvent être traitées dans un ordre quelconque après lecture de l'introduction et de la description.
- La numérotation des questions est continue : de la question N° 1 à la question N° 44.
- Toutes les réponses doivent être rédigées sur les documents réponses **DREP XX**.
- Si l'espace réservé à la réponse à une question vous est insuffisant, utilisez votre feuille de rédaction en y indiquant le numéro de la question concernée.

- ☞ Les pages portant en haut la mention **DREP XX** (Feuilles Blanches) doivent être obligatoirement jointes à la copie du candidat même si elles ne comportent aucune réponse.
- ☞ Le sujet est noté sur 80 points.

- ☞ Aucun document n'est autorisé.
- ☞ Sont autorisées les calculatrices non programmables.

## I. Introduction

Une hydrolienne est une machine qui produit de l'énergie électrique à partir du mouvement de l'eau de mer appelé courant. On distingue les courants marins situés en pleine mer et les courants de marées situés près des côtes.

Tout en **préservant l'environnement marin**, une hydrolienne permet de **convertir l'énergie hydrocinétique** fournie par le mouvement de l'eau de mer en **énergie électrique**.

Il existe plusieurs types d'hydroliennes, certaines sont totalement sous l'eau (hydroliennes sous-marines : Figure 1), d'autres à la surface de l'eau (hydroliennes à flots).

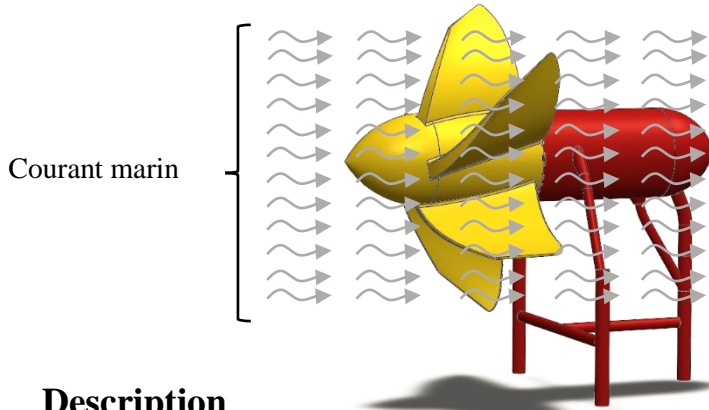


Figure 1 : Hydrolienne sous-marine

## II. Description

L'hydrolienne sous-marine, objet de l'étude, est constituée (Figure 2) :

- D'un corps composé d'une coque et d'un support ;
- D'une hélice composée de plusieurs pales ;
- D'un multiplicateur mécanique de vitesse ;
- D'un alternateur qui converti l'énergie mécanique en énergie électrique;
- D'une armoire, appelée couramment « convertisseur AC/AC », contenant les appareils de conversion, de commande et de protection ;
- Des câbles de transport électrique ;
- D'un poste à terre permettant le raccordement de l'hydrolienne au réseau électrique.

Le FAST simplifié de l'hydrolienne fourni en DRES 01 précise les solutions constructives adoptées.

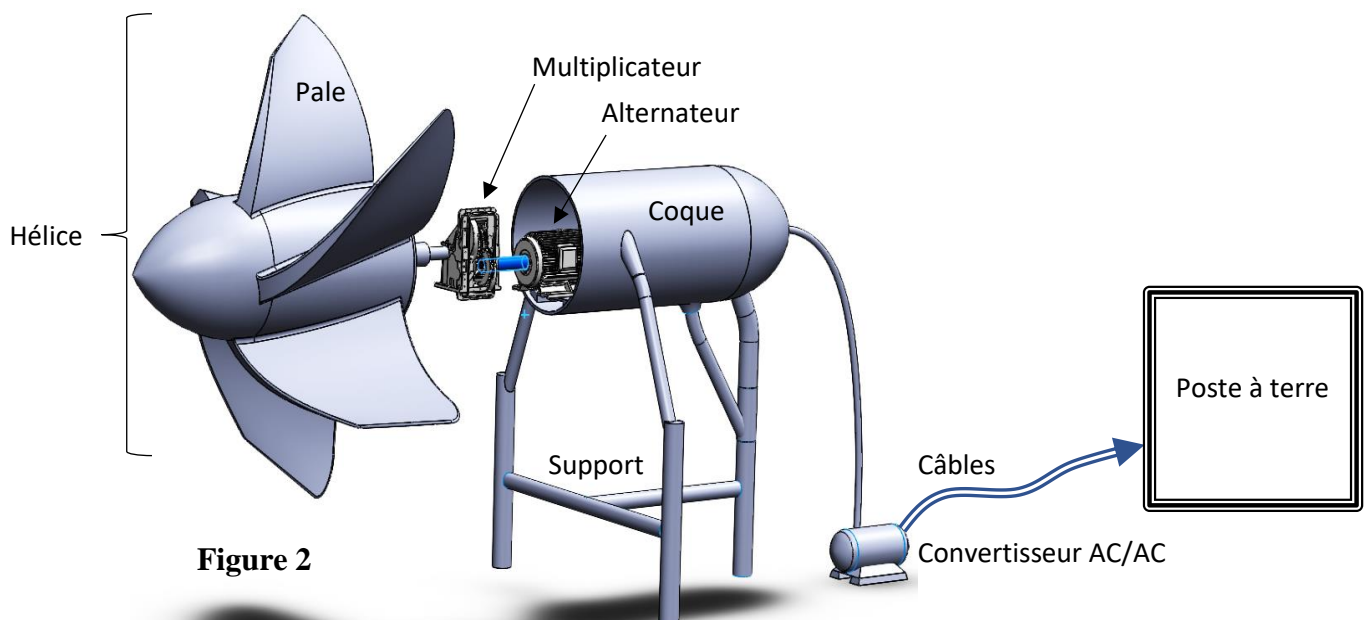


Figure 2

## SEV 1 : Analyse fonctionnelle et étude de la transmission de puissance [24 pts]

### 1- ANALYSE FONCTIONNELLE

#### Tâche 1 : Application de quelques outils de l'analyse fonctionnelle

Dans le but d'identifier le besoin et les fonctions de service, on se propose d'appliquer à l'hydrolienne quelques outils de l'analyse fonctionnelle.

- Identification du besoin.

**Question : 1.** Compléter le diagramme « *bête à cornes* »

1,5 pt

- Définition des fonctions de service de l'hydrolienne et de leurs relations.

**Question : 2.** Quels sont les deux types de fonctions de service utilisées dans un diagramme « *pieuvre* » ?

1 pt

**Question : 3.** Compléter l'étiquette de l'élément extérieur du diagramme « *pieuvre* ».

0,5 pt

**Question : 4.** Compléter le tableau des fonctions de service.

1 pt

**Question : 5.** Compléter la chaîne fonctionnelle de l'hydrolienne en précisant les noms des constituants manquants et en indiquant les grandeurs correspondantes.

2 pts

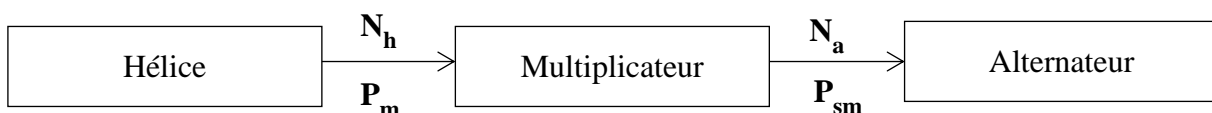
### 2- ETUDE DE LA TRANSMISSION DE PUISSANCE

L'hydrolienne est équipée d'un multiplicateur pour augmenter la vitesse de rotation de l'alternateur à partir de la faible vitesse de rotation de l'hélice.

L'étude portera sur le multiplicateur de vitesse, avec :

$N_h$ : Vitesse de rotation de l'hélice ;	$P_m$ : Puissance à l'entrée du multiplicateur
$N_a$ : Vitesse de rotation de l'alternateur.	$P_{sm}$ : Puissance à la sortie du multiplicateur

Schéma synoptique de la chaîne de transmission de l'énergie mécanique à l'alternateur (Figure 4) :



**Figure 4**

Le multiplicateur est constitué de trois étages (voir **DRES 02**, Figure 5 et Figure 6)

	Rapport de transmission
Le premier étage composé de la couronne <b>1</b> et du pignon arbré <b>2</b>	$r_1 = 5$
Le deuxième étage composé de la couronne <b>3</b> et du pignon arbré <b>4</b>	$r_2$
Le troisième étage composé de la roue dentée <b>5</b> et du pignon <b>6</b>	$r_3 = 2$

الصفحة	4	NS 46	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة العادية 2021 - الموضوع - مادة: علوم المهندس- شعبة العلوم والتكنولوجيات: مسلك العلوم والتكنولوجيات الكهربائية
24			

### **Tâche 2 : Détermination des caractéristiques du multiplicateur**

Le but est de déterminer les caractéristiques du multiplicateur.

Données :

- $N_h = 20$  tr/min : Vitesse de rotation de l'hélice ;
- $N_a = 1000$  tr/min : Vitesse de rotation de l'alternateur ;
- $\eta_m = 0,98$  : Rendement du multiplicateur ;
- $P_m = 300$  kW : Puissance à l'entrée du multiplicateur ;
- Toutes les roues dentées sont à dentures hélicoïdales (même angle d'hélice  $\beta$  et même module réel  $m_n$ ) :
  - $\beta = 25^\circ$  : angle d'hélice ;
  - $m_n = 3$  : module réel.
- $Z_1 = 400$  : Nombre de dents de la couronne 1.

- Question : 6.** Déterminer le rapport global  $r$  du multiplicateur. 2 pts
- Question : 7.** Déterminer le rapport de transmission  $r_2$  du deuxième étage du multiplicateur. 2 pts
- Question : 8.** Calculer la puissance à la sortie du multiplicateur  $P_{sm}$ . 1.5 pt
- Question : 9.** Donner le sens de rotation de la couronne 1 par rapport au pignon 6 (sens inverse ou identique) et justifier ; 1 pt
- Question : 10.** Calculer le nombre de dents  $Z_2$  du pignon 2 ; 1.5 pt
- Question : 11.** Calculer le module tangentiel  $m_t$ , on donne  $m_n = m_t \cdot \cos\beta$  ; 0,75 pt
- Question : 12.** Compléter le tableau des caractéristiques de l'engrenage du premier étage ; 4,25 pts

### **Tâche 3 : Étude de l'accouplement**

Le concepteur a choisi un **accouplement élastique** entre l'arbre de l'hélice et l'arbre d'entrée du multiplicateur (voir **DRES 02**, figure 5).

- Question : 13.** Donner la fonction d'un **accouplement élastique**. 0,25 pt
- Question : 14.** Donner son symbole schématique. 0,25 pt
- Question : 15.** Donner deux de ses avantages. 0,5 pt

### **Tâche 4 : Conception d'une liaison encastrement**

À partir du schéma cinématique (voir **DRES 02**, figure 6), on vous demande de :

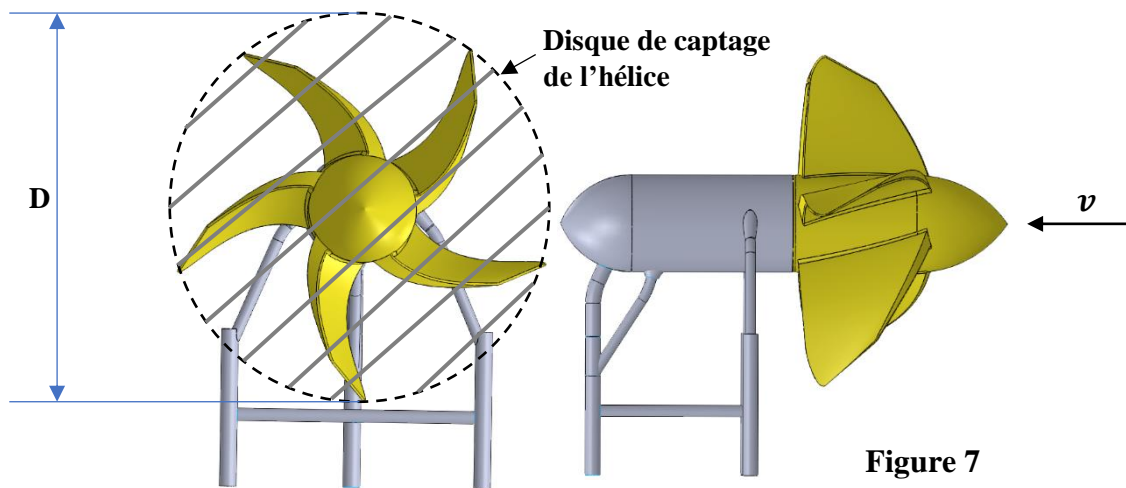
- Question : 16.** Concevoir la liaison encastrement entre l'arbre de sortie 7 et le pignon 6 en utilisant une clavette parallèle et un anneau élastique. 4 pts

**SEV 2 : Étude énergétique [26,5 pts]**

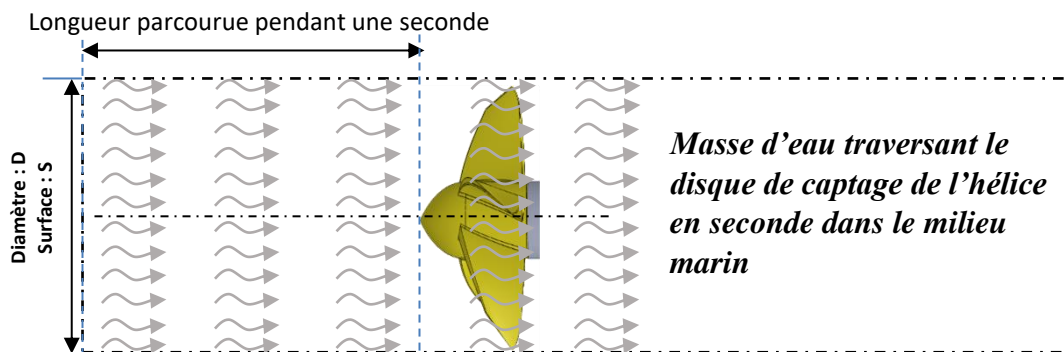
L'hélice prélève une quantité de l'énergie cinétique des courants marins.

La quantité d'énergie captée est définie par la surface  $S$  balayée par les pales de l'hélice (disque de captage) et par la vitesse  $v$  des courants marins (Figures 7 et 8). Cette quantité d'énergie captée est convertie en énergie mécanique.

L'alternateur, couplé à l'hélice à travers un multiplicateur, convertit cette énergie mécanique en énergie électrique.



**Figure 7**



**Figure 8**

$P_m \approx 200 \cdot S \cdot v^3$ avec $P_m$ est la puissance mécanique en Watts, $v$ en m/s, $S$ en $m^2$
--

**Tâche1 : Calcul d'énergie**

Le cahier des charges impose une puissance mécanique  $P_m = 300 \text{ kW}$  pour un courant marin d'une vitesse  $v = 2,5 \text{ m.s}^{-1}$ .

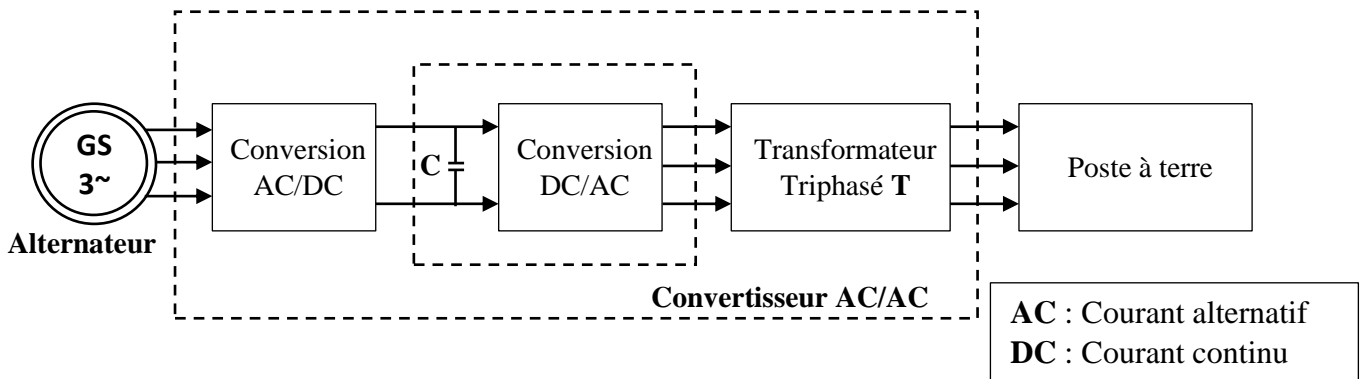
**Question : 17.** Calculer le diamètre de captage  $D$  en appliquant la formule simplifiée  $P_m = 200 \cdot S \cdot v^3$  2 pts

**Question : 18.** On considère une valeur moyenne de la vitesse des courants marins :  $v_m = 1 \text{ m.s}^{-1}$ . Calculer l'énergie mécanique moyenne  $W_{\text{moy}}$ , en **MWh**, produite par l'hélice pendant une année.  
(1 année = 365 jours) 1,5 pt

**Question : 19.** En considérant que le rendement du multiplicateur  $\eta_m = 98\%$ , celui de l'alternateur  $\eta_a = 95\%$  et celui du convertisseur AC/AC  $\eta_c = 100\%$ , calculer l'énergie électrique moyenne  $W_e$ , en **MWh**, produite par l'hydrolienne pendant une année. 1,5 pt

### Tâche 2 : Étude du convertisseur DC/AC

Le schéma synoptique de la partie électrique de l'hydrolienne est représenté par la figure ci-dessous.



La figure 11 ci-dessous représente le schéma de principe du convertisseur DC/AC et son modèle équivalent.

Le transistor de puissance (IGBT) est équivalent à un interrupteur commandé

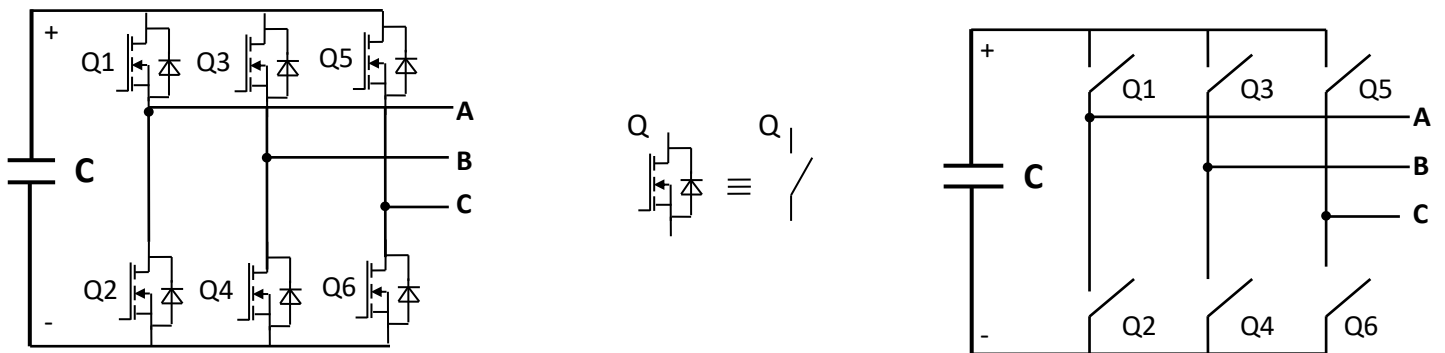


Figure 11

Le convertisseur DC/AC, objet de l'étude, utilise la commande en M.L.I.

#### Principe de la commande en M.L.I du convertisseur DC/AC

La modulation de largeur d'impulsion (M.L.I) est une technique de commande permettant de générer une tension quasi-sinusoïdale par découpage d'une tension continue.

Un signal sinusoïdal  $V_{sin}$  de référence et de fréquence définie  $f_u$  est comparé à un signal triangulaire  $V_{tri}$  de fréquence  $f_v$  ; avec  $f_v \gg f_u$ .

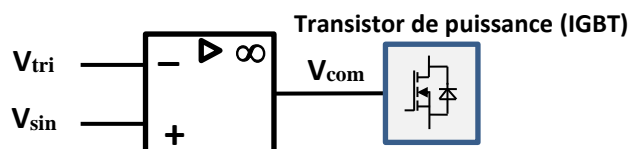
#### Génération analogique du signal M.L.I

La tension continue récupérée aux bornes du condensateur C est transformée, par le convertisseur, en une tension alternative sinusoïdale de fréquence 50 Hz. Le signal de commande  $V_{com}$  des transistors de puissance (IGBT) est obtenue par comparaison du signal triangulaire  $V_{tri}$  au signal sinusoïdal  $V_{sin}$ . La largeur de  $V_{com}$  varie alors au rythme de l'amplitude du signal sinusoïdal selon le principe suivant :

Si  $V_{tri} > V_{sin}$

Alors  $V_{com} = 0$  Logique

Sinon  $V_{com} = 1$  Logique



### Tableau de commande de la M.L.I

Le tableau, **DREP 04**, représente les états des interrupteurs (**1** = fermé, **0** = ouvert) correspondant aux valeurs de tensions attendues en **A, B, C**. Les états des interrupteurs pour la sortie **V<sub>AB</sub>** et **V<sub>BA</sub>** sont reportés sur le tableau.

**Question : 20.** Compléter le tableau pour les autres sorties.

3 pts

**Question : 21.** Compléter le chronogramme de la sortie **V<sub>com</sub>**.

4 pts

### Tâche 3 : Calcul de la puissance produite

Les chronogrammes du **DRES 02**, figure 12, représentent les courants et les tensions triphasés obtenus en sortie du convertisseur **DC/AC**,

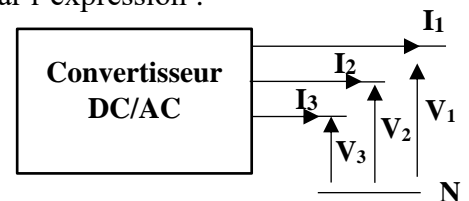
**Question : 22.** Relever la valeur de la période **T** du signal et calculer sa fréquence **f**.

2 pts

Le calcul de la puissance en sortie du convertisseur triphasé est donné par l'expression :

$$P = 3 \cdot V \cdot I \cdot \cos \varphi, \text{ avec :}$$

- **V** : valeur efficace de la tension  $v(t)$  entre phase et neutre ;
- **I** : valeur efficace du courant  $i(t)$  par phase ;
- $\varphi$  : retard du courant  $i(t)$  par rapport à la tension  $v(t)$ .

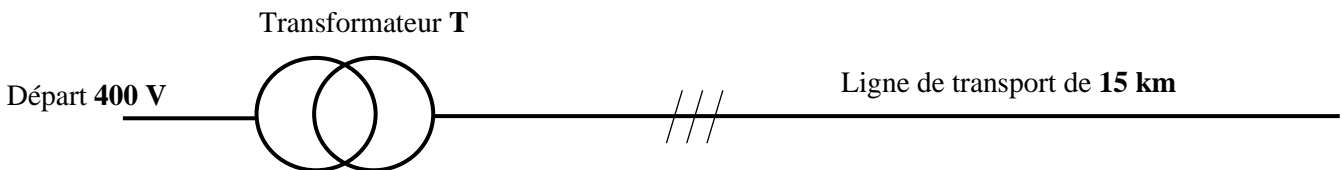


**Question : 23.** Déduire, à partir du graphe **fig.12 DRES 02**, le facteur de puissance **cos φ** et calculer la puissance électrique **P** en sortie du convertisseur triphasé.

3 pts

### Tâche 4 : Étude du transformateur T

Après production au niveau de l'hydrolienne, l'électricité fournie est transportée à haute tension sur une distance de **15 km** par des câbles puis utilisée à domestique à basse tension.



Caractéristiques électriques du transformateur **T** :

Puissance assignée	<b>S = 500 kVA</b>
Fréquence ( <b>f</b> )	<b>50 Hz</b>
Tension assignée au primaire	<b>400 V</b>
Tension assignée au secondaire	<b>10 kV</b>
Couplage des enroulements	<b>Dy11</b>

**Question : 24.** Quel est l'intérêt du transport de l'énergie électrique en haute tension ?

1 pt

**Question : 25.** Utilise-t-on un transformateur abaisseur ou élévateur de tension à la sortie d'une centrale électrique ?

1 pt

**Question : 26.** Calculer le rapport de transformation **M** et relever l'indice horaire du transformateur.

1,5 pt



Le transformateur triphasé **T** dont le secondaire est couplé en triangle, est alimenté au primaire sous une tension de **400 V**.

**Question : 27.** Compléter le tableau des tensions au primaire et au secondaire du transformateur. **2 pts**

La puissance apparente du transformateur étant **S = 500 kVA** :

**Question : 28.** Compléter le tableau des intensités nominales des courants **I<sub>1</sub>** et **I<sub>2</sub>** de lignes au primaire et au secondaire du transformateur. **2 pts**

**Question : 29.** Compléter le tableau des intensités nominales des courants **J<sub>1</sub>** et **J<sub>2</sub>** dans les enroulements primaire et secondaire du transformateur. **2 pts**

### SEV 3 : Étude partielle de la chaîne d'information [29,5 pts]

#### Tâche 1 : acquisition de la vitesse des courants marins et de la température de l'eau

La supervision et le contrôle de l'hydrolienne requièrent l'acquisition de nombreuses grandeurs physiques liées à son fonctionnement. La vitesse des courants marins compte parmi les informations à acquérir.

La mesure de la vitesse des courants marins se fait à l'aide de capteurs dits courantomètres. L'ADCP (**A**coustic **D**oppler **C**urrent **P**rofiler) est un courantomètre qui utilise les ondes ultrasoniques et repose sur l'effet Doppler (Figure 13).

L'ADCP est équipé d'un capteur acoustique dit transducteur. Ce dernier émet des ondes ultrasons qui sont réfléchies sur des particules en suspension entraînées par le courant d'eau (Figure 14).

La différence en fréquence des signaux émis et reçu dépend de la vitesse des courants marins : c'est l'effet Doppler.

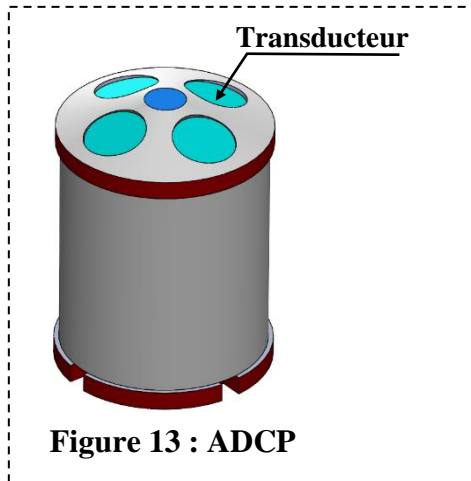


Figure 13 : ADCP

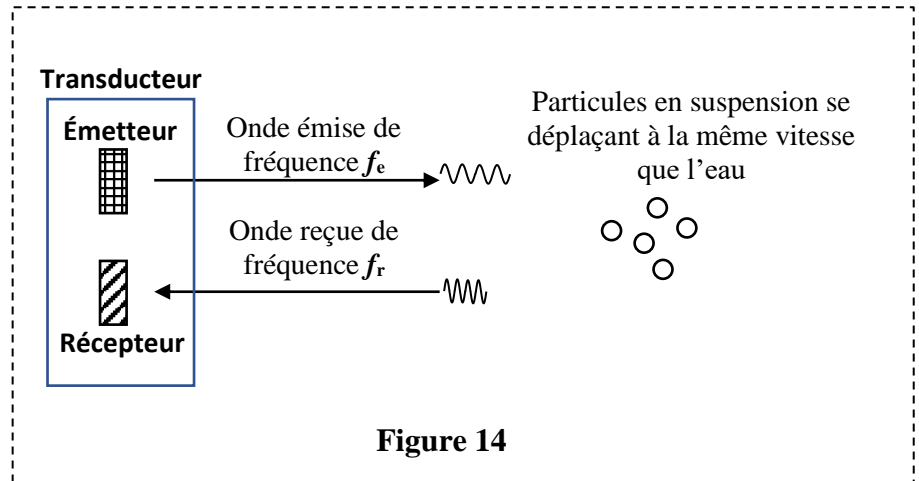


Figure 14

Le décalage Doppler  $\Delta f = f_r - f_e$  (différence entre la fréquence  $f_r$  de l'onde reçue et la fréquence  $f_e$  de l'onde émise) est donné par la relation :

$$\Delta f = \frac{2 \cdot f_e \cdot V}{c}$$

Où :  $\Delta f$  : décalage Doppler (en **Hz**) ;

$f_e$  : fréquence de l'onde émise (en **Hz**) ;

**V** : vitesse des courants marins (en **m/s**) ;

**c** : vitesse du son dans le milieu (en **m/s**).



La fréquence d'émission utilisée par le transducteur est  $f_e = 150 \text{ kHz}$ , ce dernier mesure un décalage Doppler  $\Delta f = 300 \text{ Hz}$ , on donne la vitesse du son dans le milieu  $c = 1500 \text{ m/s}$  :

**Question : 30.** calculer la vitesse  $V$  (en  $\text{m/s}$ ) des courants marins. 1 pt

**Question : 31.** Calculer, en  $\text{kHz}$ , la fréquence  $f_r$  de l'onde reçue. 1 pt

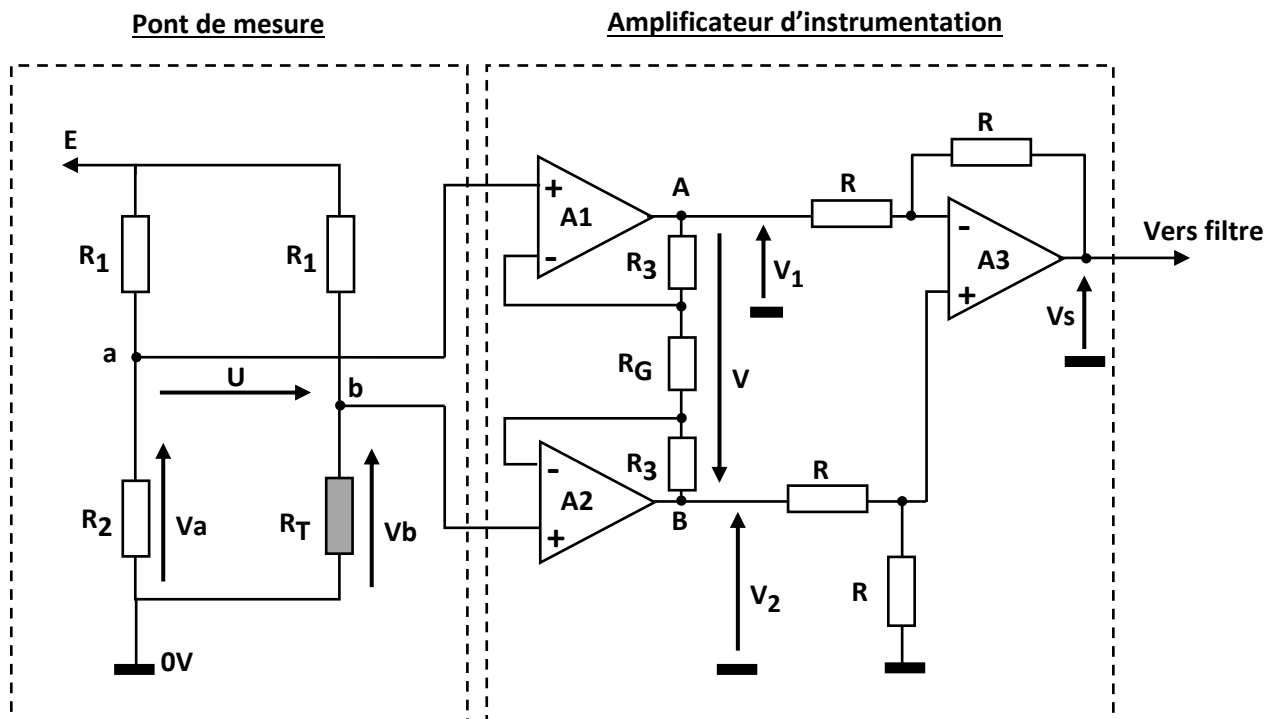
**Question : 32.** Pour un décalage Doppler  $\Delta f$  positif, préciser, en se référant au **DRES 03**, le sens de déplacement des particules en cochant la bonne réponse. 1 pt

La vitesse du son dans l'eau de mer n'est pas constante mais dépend de certains paramètres ambiants dont la température.

Ainsi, il faut renseigner la température de l'eau afin d'en tenir compte.

La mesure de la température se fait par un capteur à base d'une sonde **PT100** associée à un montage de conditionnement. Ce dernier se compose d'un pont de mesure (pont de Wheatstone), d'un amplificateur d'instrumentation et d'un filtre (figure ci-dessous).

Ce conditionneur fournit à sa sortie une tension pratiquement proportionnelle à la température.



Les amplificateurs opérationnels **A1**, **A2** et **A3** sont considérés parfaits.

### Pont de mesure

La sonde **PT100** possède une résistance  $R_T$  qui varie avec la température  $T$  selon la loi :

$$R_T = R_0 + a \cdot T \quad (\text{avec } T \text{ en } ^\circ\text{C}, a \text{ en } \Omega/^\circ\text{C} \text{ et } R_T \text{ en } \Omega)$$

On donne :

- $R_0 = 100 \Omega$
- $R_1 = 1,5 \text{ k}\Omega$
- $a = 0,385 \Omega/^\circ\text{C}$  (coefficient de température)
- $E = 5 \text{ V}$  (tension d'alimentation du pont)

**Question : 33.** Montrer que  $U = E \cdot \left( \frac{R_T}{R_1 + R_T} - \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right)$ . (remarquer que  $U = V_b - V_a$ ). 1,5 pt

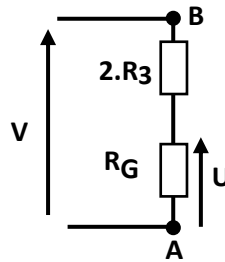
On dit que le pont est en équilibre lorsque sa tension de sortie est nulle ( $U = V_b - V_a = 0 \text{ V} \Rightarrow V_b = V_a$ ).

**Question : 34.** Calculer la valeur de  $R_2$  pour que le pont soit équilibré à la température  $T = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ . 2 pts

**Question : 35.** Pour  $R_2 = R_0$ , calculer la valeur de la tension  $U$  (en mV) à  $T = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ . 2 pts

### Amplificateur d'instrumentation

La branche **AB** de l'amplificateur d'instrumentation peut être simplifiée comme le montre la figure suivante :



**Question : 36.** Montrer alors que  $V = (1 + \frac{2.R_3}{R_G}). U$  1,5 pt

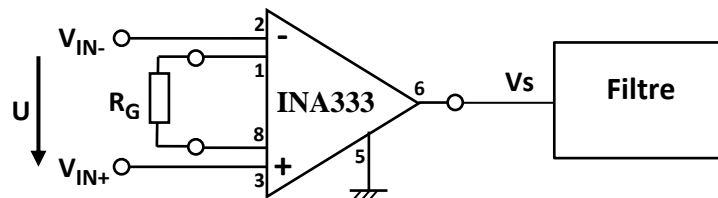
**Question : 37.** Dans le montage construit autour de l'amplificateur opérationnel A3, montrer que  $V_s = V$  (remarquer que  $V = V_2 - V_1$ ). 2 pts

On admet que la caractéristique  $U$  en fonction de la température  $T$  peut être assimilée à une droite et a pour équation :  $U = 1,12 \cdot 10^{-3} \cdot T$  (avec  $T$  en  $^\circ\text{C}$  et  $U$  en Volt).

**Question : 38.** Montrer que l'expression de la tension de sortie  $V_s$  en fonction de la température  $T$  est

$$V_s = 1,12 \cdot 10^{-3} \cdot (1 + \frac{2.R_3}{R_G}). T$$
1,5 pt

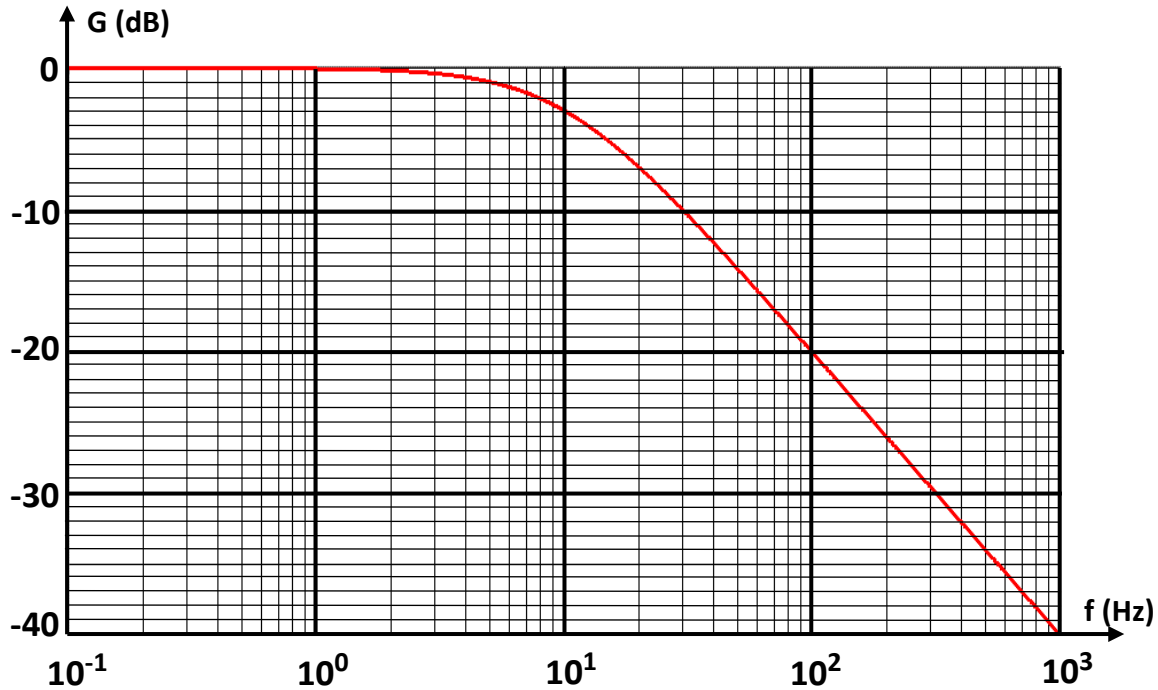
La réalisation matérielle de l'amplificateur d'instrumentation est confiée à l'amplificateur intégré INA333 conformément à la figure suivante :



**Question : 39.** En se référant au schéma interne de l'amplificateur intégré INA333 (DRES 03), relever la valeur de la résistance  $R_3$ . En déduire la valeur à donner à la résistance  $R_G$  pour obtenir une tension  $V_s = 5 \text{ V}$  à la température  $T = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ . 2 pts

### Filtre

Le signal  $V_S$  issu de l'amplificateur d'instrumentation est appliqué à un filtre dont la courbe de gain est la suivante :



En vue d'identifier ce filtre,

**Question : 40.** Préciser son type (passe-bas, passe-haut ou passe-bande).

1 pt

**Question : 41.** Relever graphiquement le gain maximal  $G_{MAX}$  en dB du filtre, sa fréquence de coupure  $f_0$  à -3 dB en Hz et sa pente en dB/décade.

3 pts

En vue de voir le comportement du filtre vis-à-vis d'un signal parasite de fréquence  $f = 50$  Hz pouvant affecter la tension de sortie  $V_s$  :

**Question : 42.** Relever, sur la courbe, le gain  $G$  (en dB) attribué à ce signal parasite. En déduire l'amplification  $A$  qui correspond à ce signal (on rappelle que  $G = 20 \cdot \log(A)$ ).

2 pts

### Tâche 2 : Commande du système de refroidissement à l'eau de mer

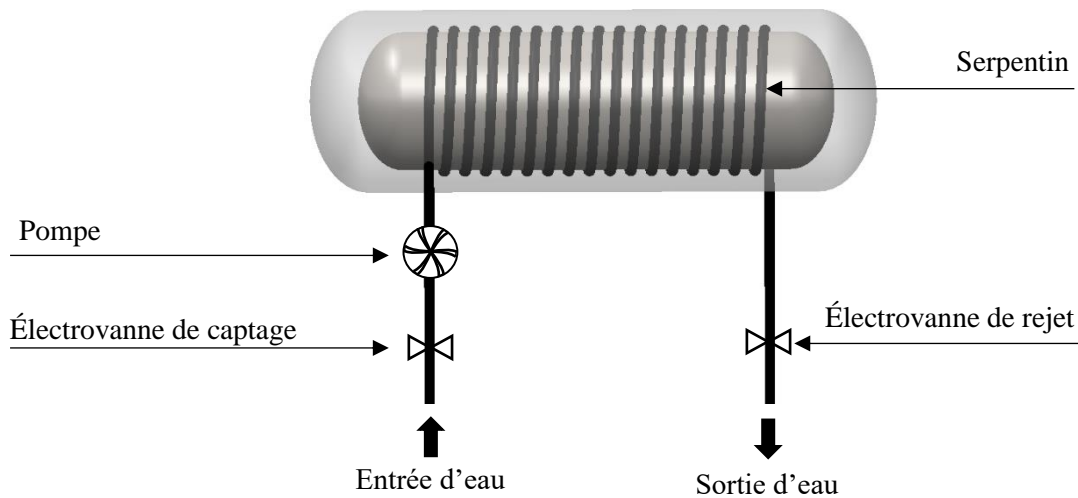
Les constituants électriques de l'hydrolienne, en particulier les convertisseurs électroniques de puissance, sont confinés à l'intérieur du convertisseur AC/AC (l'enceinte posée au fond marin et abritant l'ensemble du matériel électrique de l'hydrolienne).

De ce fait, les composants électroniques peuvent être portés à des températures excessives. Cela nécessite de prévoir un moyen de refroidissement afin de protéger l'électronique embarquée.

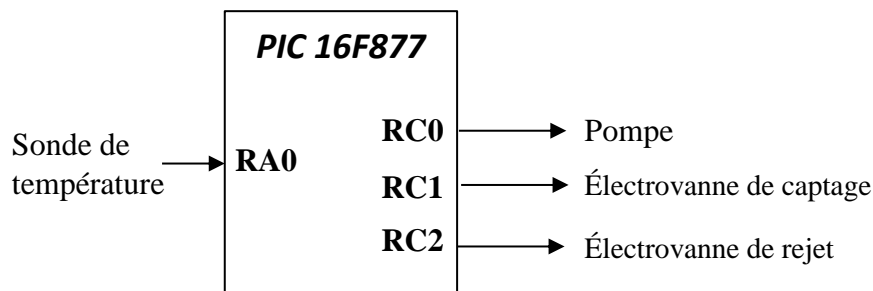
On envisage de maintenir la température à l'intérieur du convertisseur AC/AC entre  $20$  °C et  $30$  °C par un système de refroidissement à l'eau de mer.

Moyennant deux électrovannes et une pompe à eau de mer, le système fait circuler l'eau dans un serpentin (tube métallique enroulé en spirale) inséré dans la double coque du convertisseur AC/AC. C'est un

refroidissement en circuit ouvert ; en effet, après circulation dans le serpentin, l'eau est rejetée dans la mer.  
 Une sonde mesure la température à l'intérieur du convertisseur AC/AC.



La commande de ce système de refroidissement est réalisée par un microcontrôleur **PIC 16F877** selon l'architecture suivante :



### Programme de commande de ce système de refroidissement

#### Éléments du programme

- **Lecture\_T** : sous-programme chargé de lire, sur la ligne **RA0**, l'information issue de la sonde de température et de ranger le code numérique correspondant dans le registre **NT**.
- **NT** : registre qui contient le code numérique de la température mesurée par la sonde.
- **NT<sub>min</sub>** et **NT<sub>max</sub>** : sont les codes numériques qui correspondent respectivement à **20 °C** et **30 °C**.

#### Séquences du programme

- Appel du sous-programme **Lecture\_T** ;
- Evaluation de la température lue :
  - Si  $NT > NT_{max}$ , on met en marche la pompe et les deux électrovannes ;
  - Si  $NT < NT_{min}$ , on arrête la pompe et les deux électrovannes ;
- Reprendre une nouvelle lecture de la température.

**Question : 43.** Compléter l'organigramme traduisant les séquences ci-dessus.

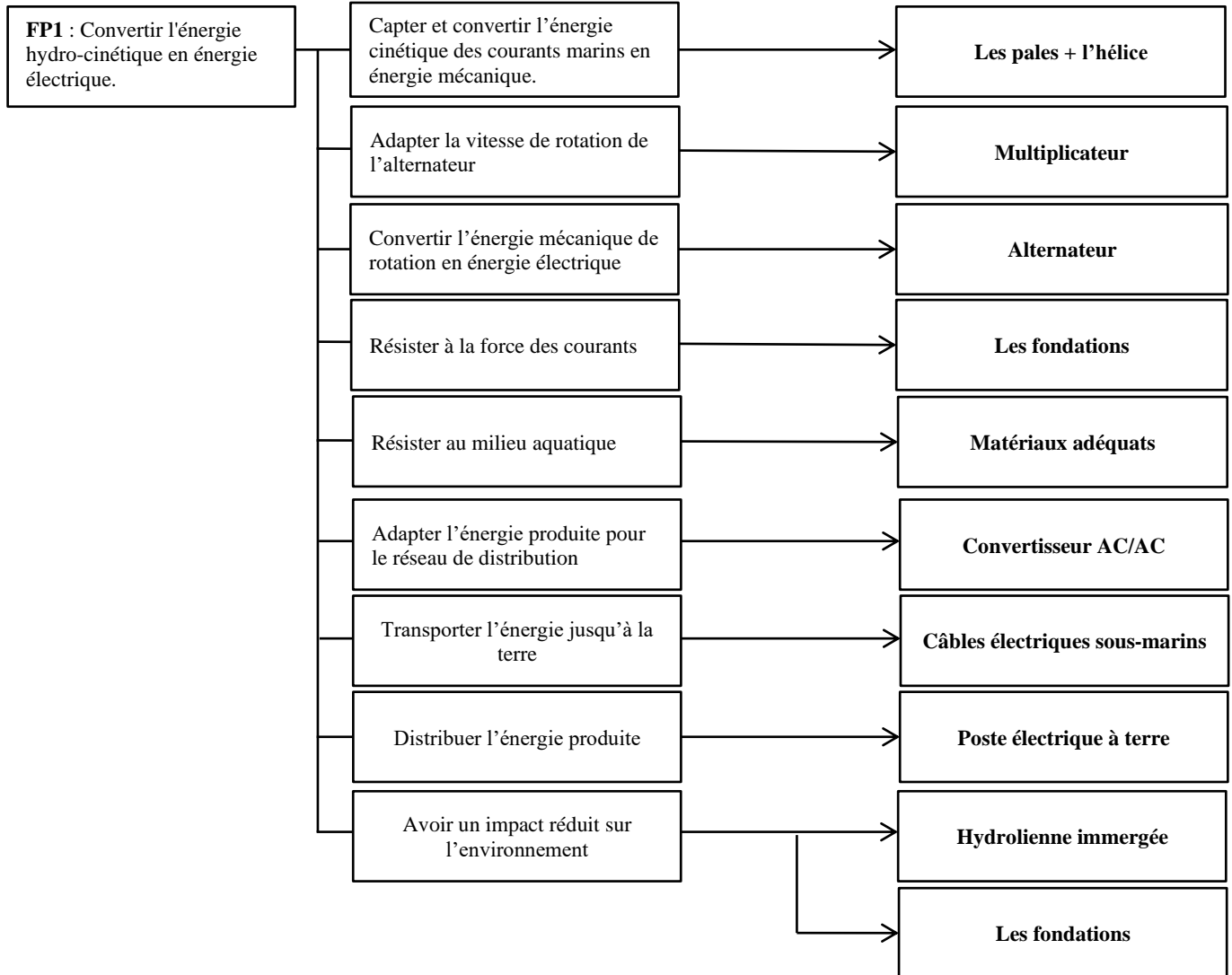
2 pts

**Question : 44.** En vous aidant du jeu d'instructions du **DRES 04**, compléter le programme assembleur correspondant.

6 pts

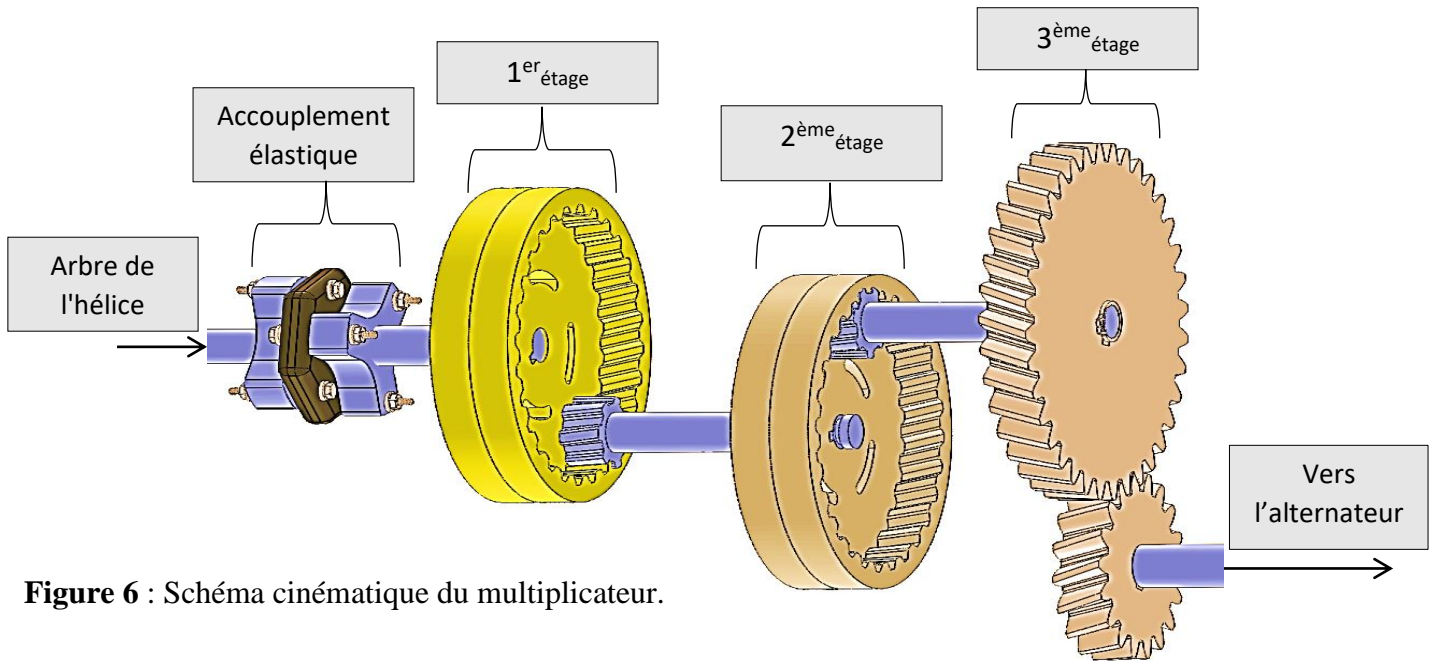
DRES 01

**Figure 3 : FAST simplifié de l'hydrolienne**

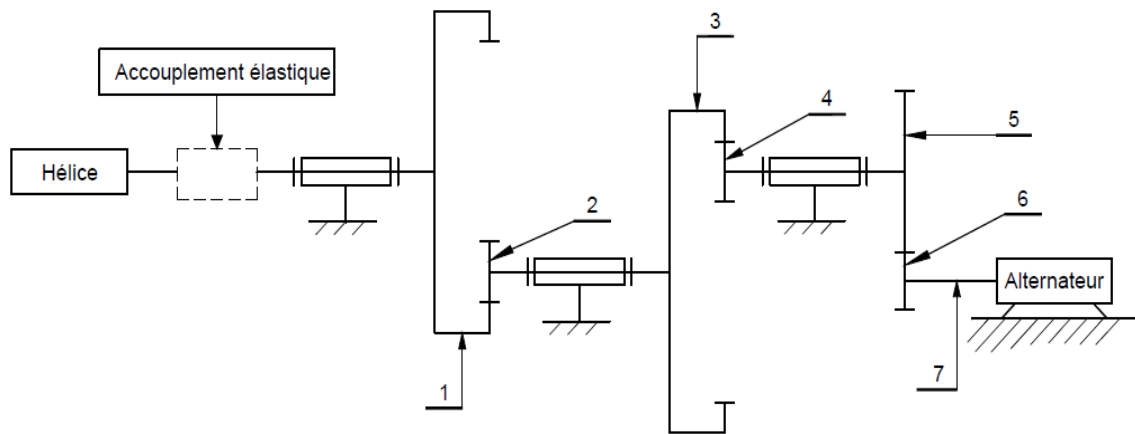


DRES 02

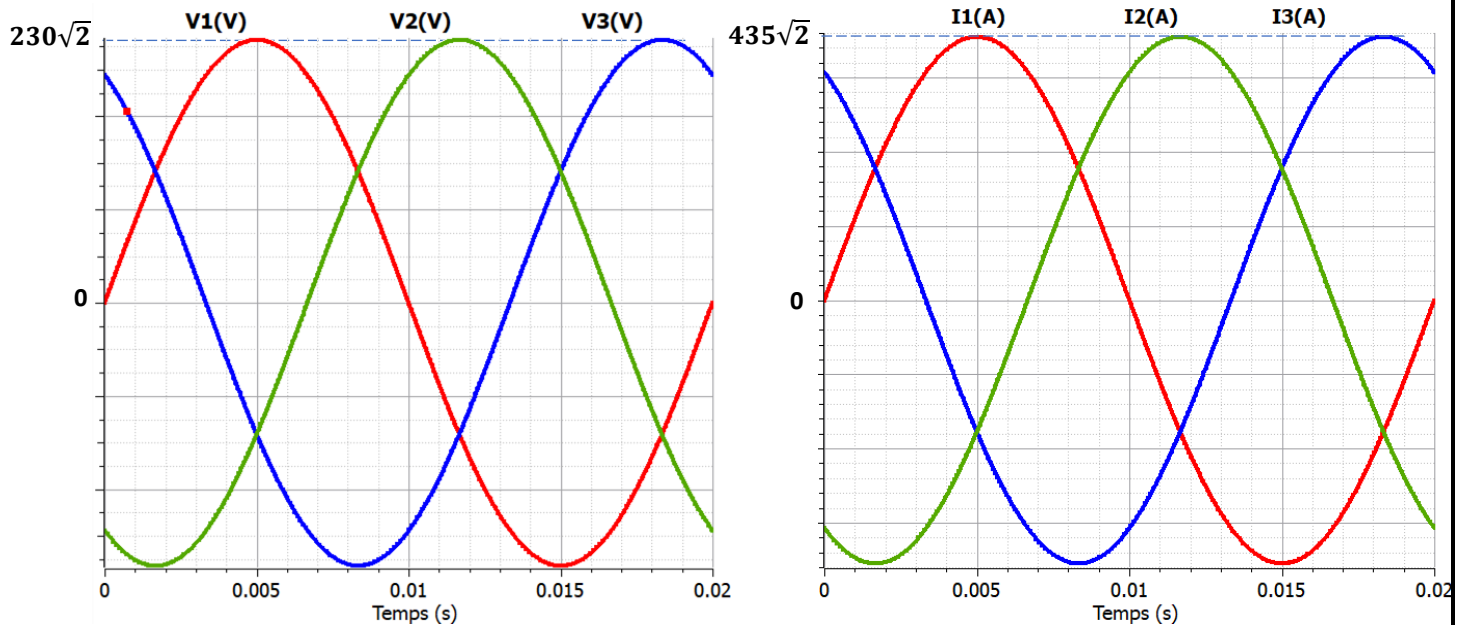
**Figure 5 :** Représentation en 3D de la chaîne de transmission du mouvement



**Figure 6 :** Schéma cinématique du multiplicateur.



**Figure 12 :** courants et tensions en sortie du convertisseur DC/AC



### Fréquence de l'onde reçue

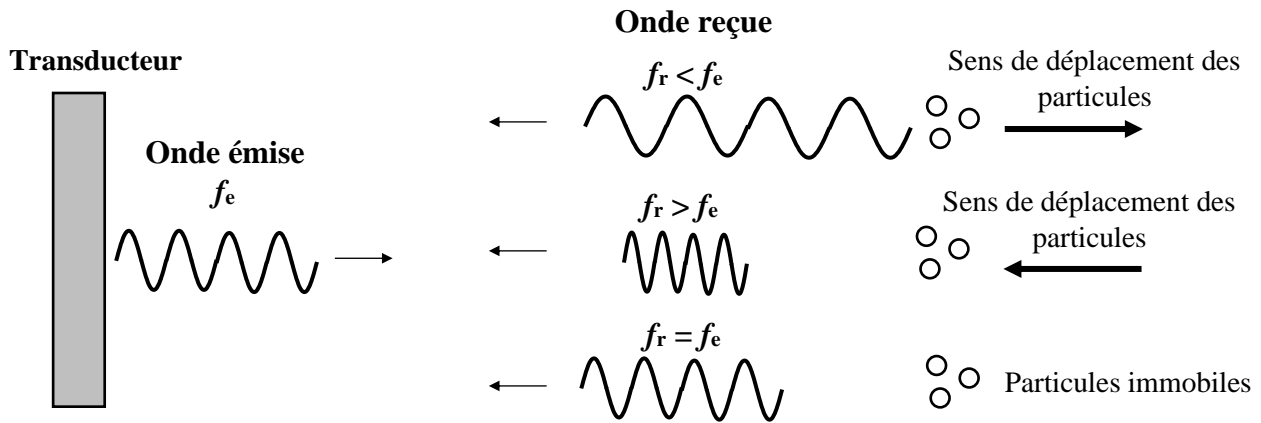


Figure 9

### Schéma interne simplifié de l'amplificateur d'instrumentation intégré INA333

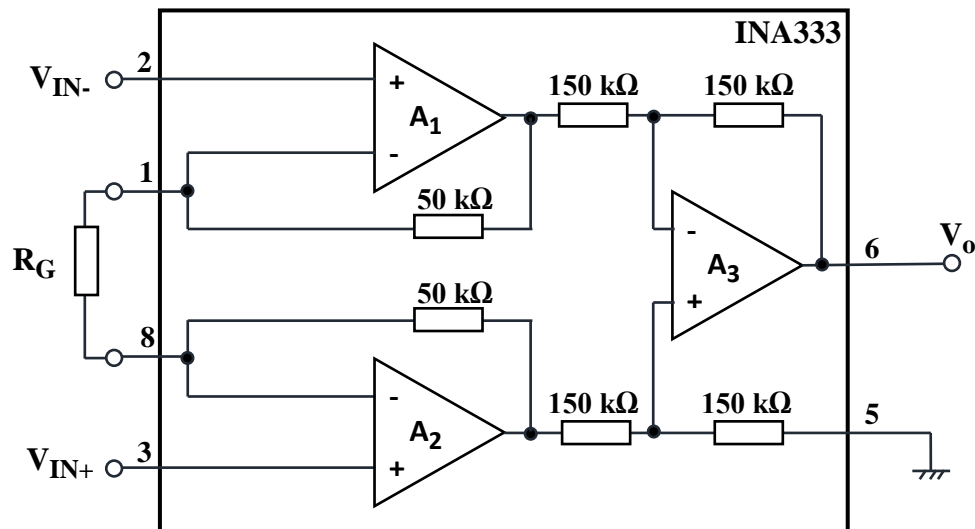


Figure 10



### Jeu d'instructions du PIC 16F877

DRES 04

INSTRUCTIONS OPERANT SUR UN REGISTRE			Indicateurs	Cycles
ADDWF	F, d	W+F → {W, F ? d}	C, DC, Z	1
ANDWF	F, d	W AND F → {W, F ? d}	Z	1
CLRF	F	0 → F	Z	1
CLRW		0 → W	Z	1
CLRWDT		0 → WDT	TO', PD'	1
COMF	F, d	Complément F → {W, F ? d}	Z	1
DECF	F, d	Décrémente F → {W, F ? d}	Z	1
DECFSZ	F, d	Décrémente F → {W, F ? d} et saut si 0		1(2)
INCF	F, d	Incrémente F → {W, F ? d}	Z	1
INCFSZ	F, d	Incrémente F → {W, F ? d} et saut si 0		1(2)
IORWF	F, d	W OR F → {W, F ? d}	Z	1
MOVF	F, d	F → {W, F ? d}	Z	1
MOVWF	F	W → F		1
RLF	F, d	Rotation à gauche de F à travers C → {W, F ? d}	C	1
RRF	F, d	Rotation à droite de F à travers C → {W, F ? d}		1
SUBWF	F, d	F - W → {W, F ? d}	C, DC, Z	1
SWAPF	F, d	Permute les 2 quartets de F → {W, F ? d}		1
XORWF	F, d	W XOR F → {W, F ? d}	Z	1
INSTRUCTIONS OPERANT SUR UN BIT				
BCF	F, b	Mise à 0 du bit b du registre F		1
BSF	F, b	Mise à 1 du bit b du registre F		1
BTFSC	F, b	Teste le bit b de F et saut si 0		1(2)
BTFSS	F, b	Teste le bit b de F et saut si 1		1(2)
INSTRUCTIONS OPERANT SUR UNE DONNEE				
ADDLW	K	W + K → W	C, DC, Z	1
ANDLW	K	W AND K → W	Z	1
IORLW	K	W OR K → W	Z	1
MOVLW	K	K → W		1
SUBLW	K	K - W → W	C, DC, Z	1
XORLW	K	W XOR K → W	Z	1
INSTRUCTIONS GENERALES				
CALL	L	Branchement à un sous-programme de label L		2
GOTO	L	Branchement à la ligne de label L		2
NOP		Pas d'opération		1
RETURN		Retour d'un sous-programme		2
RETFIE		Retour d'interruption		2
RETLW	K	Retour d'un sous-programme avec K dans W		2
SLEEP		Mode standby	TO', PD'	1

#### 1. Configuration des PORTS

Tous les ports sont pilotés par deux registres : TRISx et PORTx

- Le registre **TRISx**, c'est le registre de direction. Il détermine si le **PORTx** ou certaines lignes de Port sont en entrée ou en sortie. L'écriture d'un 1 logique correspond à une **entrée** (1 comme Input) et l'écriture d'un 0 logique correspond à une **sortie** (0 comme Output) ;
- Les registres **TRISx** appartiennent à la **BANQUE 1** des SFR. Lors de l'initialisation du **µC** il ne faut pas oublier de changer de banque mémoire pour les configurer ;

#### 2. Description du registre d'état STATUS

IRP	RP <sub>1</sub>	RP <sub>0</sub>	/TO	/PD	Z	DC	C
-----	-----------------	-----------------	-----	-----	---	----	---

- Pour les opérations de soustraction, le bit d'état **C** se positionne à :
  - ✓ 0 si le résultat de la dernière opération est **négatif** ;
  - ✓ 1 si le résultat de la dernière opération est **positif**.
- Pour le passage entre les **BANQUE (page)** 0 et 1, on positionne les bits correspondants comme suit :
  - ✓ RP<sub>1</sub> RP<sub>0</sub> = 00 → Accès à la **BANQUE 0** ;
  - ✓ RP<sub>1</sub> RP<sub>0</sub> = 01 → Accès à la **BANQUE 1**.

DREP 01

*Question : 1.*

À qui le produit rend-il service ?

Consommateur

Sur quoi agit-il ?

.....

Hydrolienne

Dans quel but ?

.....

*Question : 2.*

---

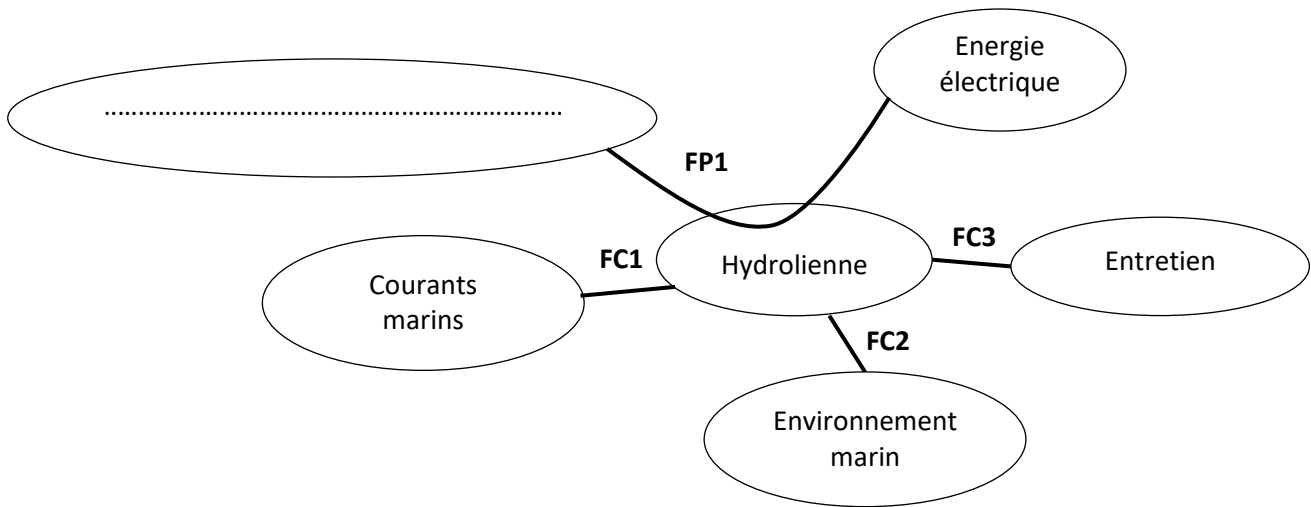


---



---

*Question : 3.*



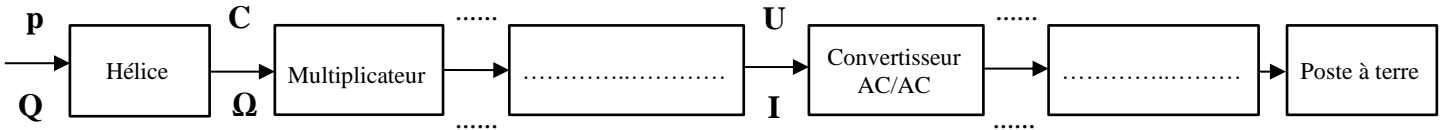
*Question : 4.*

<i>Liste des fonctions de service</i>	
<b>FP1</b>	Convertir l'énergie hydro-cinétique en énergie électrique
<b>FC1</b>	Résister aux courants marins.
<b>FC2</b>	.....
<b>FC3</b>	.....

DREP 02

Question : 5.

Chaîne fonctionnelle



→ : (Lien fonctionnel de puissance) véhicule deux informations dont le produit est une puissance, exemple U et I dans le domaine électrique.

p : Pression ; Q : Débit ; C : Couple ; Ω : Vitesse ; U : Tension ; I : Courant

Question : 6.

---

---

---

Question : 7.

---

---

---

Question : 8.

---

---

---

Question : 9.

---

---

---

Question : 10.

---

---

---

Question : 11.

---

---

---

DREP 03

Question : 12.

	Diamètre primitif $d$ (en mm)	Diamètre de tête $d_a$ (en mm)	Entraxe $a$ (en mm)
<i>Formules</i>	$d = \dots\dots\dots$	$d_{a1} = \dots\dots\dots$ $d_{a2} = \dots\dots\dots$	$a = \dots\dots\dots$
<i>Couronne 1</i>	$\dots\dots\dots$	$\dots\dots\dots$	$a = \dots\dots\dots$
<i>Pignon 2</i>	$\dots\dots\dots$	$\dots\dots\dots$	

Question : 13.

---



---

Question : 14.

---



---

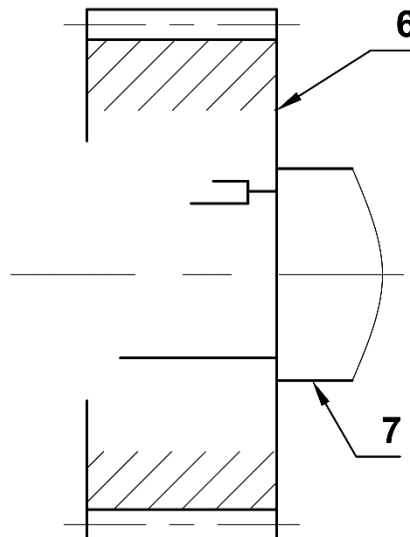
Question : 15.

---



---

Question : 16.



DREP 04

Question : 17.

---

---

---

---

Question : 18.

---

---

---

---

Question : 19.

---

---

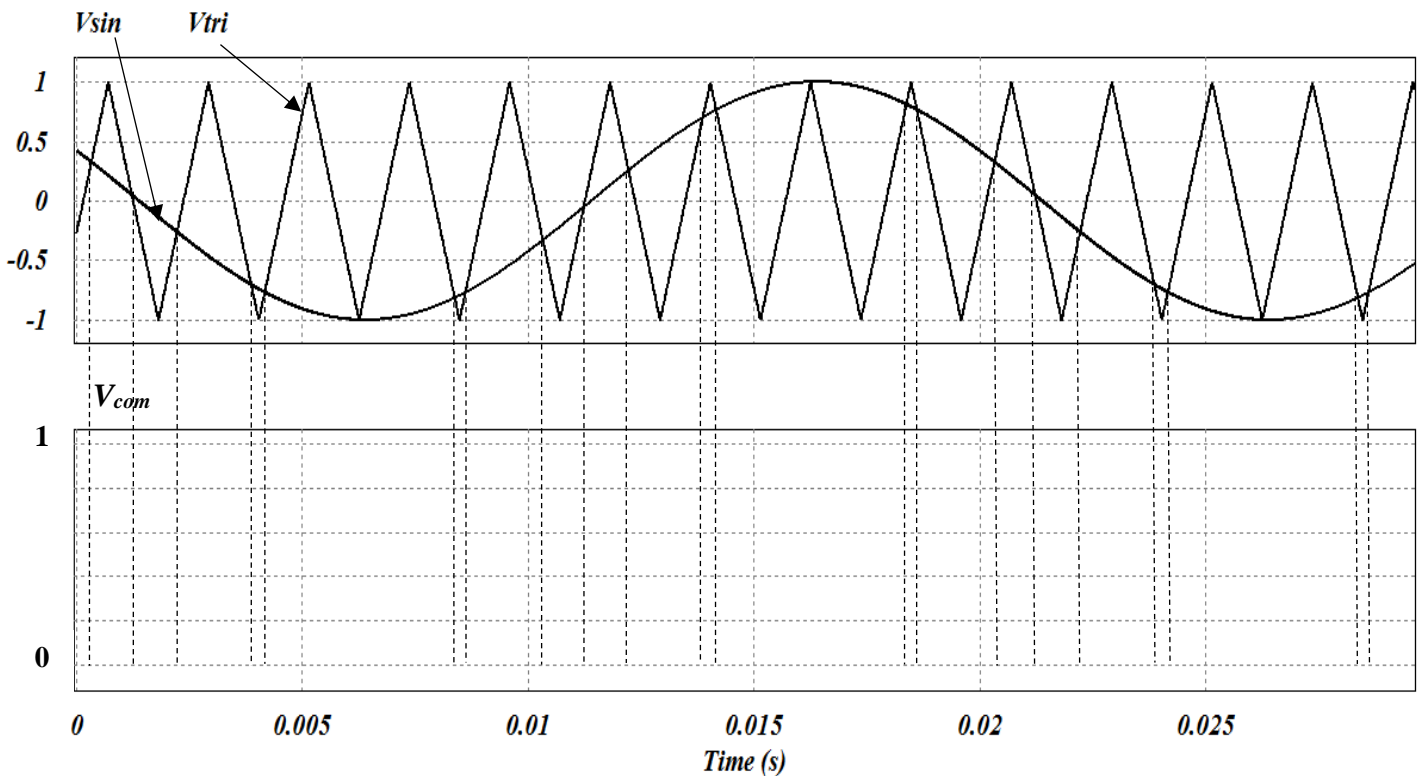
---

---

Question : 20.

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
$V_{AB}$	1	0	0	1	0	0
$V_{BA}$	0	1	1	0	0	0
$V_{BC}$	...	...	...	...	...	...
$V_{CB}$	...	...	...	...	...	...
$V_{AC}$	...	...	...	...	...	...
$V_{CA}$	...	...	...	...	...	...

Question : 21.



DREP 05

Question : 22.

---

---

---

Question : 23.

---

---

---

Question : 24.

---

---

---

Question : 25.

---

---

---

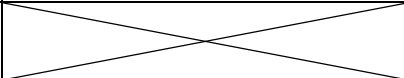
Question : 26.

---

---

---

Question : 27.

	Couplage	Tension (en Volt)	
		Simple	Composée
Au primaire	y	.....	.....
Au secondaire	D		.....

Question : 28.

	Couplage	Courant de ligne (en Ampère)	
		Formule	Application numérique
Au primaire	y	$I_1 = \dots\dots\dots$	.....
Au secondaire	D	$I_2 = \dots\dots\dots$	.....

Question : 29.

	Couplage	Courant dans un enroulement (en Ampère)	
		Formule	Application numérique
Au primaire	y	$J_1 = \dots\dots\dots$	.....
Au secondaire	D	$J_2 = \dots\dots\dots$	.....

**DREP 06***Question : 30.**Question : 31.**Question : 32.*Les particules s'éloignent  
du transducteurLes particules se rapprochent du  
transducteurLes particules sont  
immobiles*Question : 33.**Question : 34.**Question : 35.**Question : 36.**Question : 37.*



DREP 07

Question : 38.

---

---

---

---

Question : 39.

---

---

---

---

---

---

Question : 40.

---

---

Question : 41.

---

---

---

---

Question : 42.

---

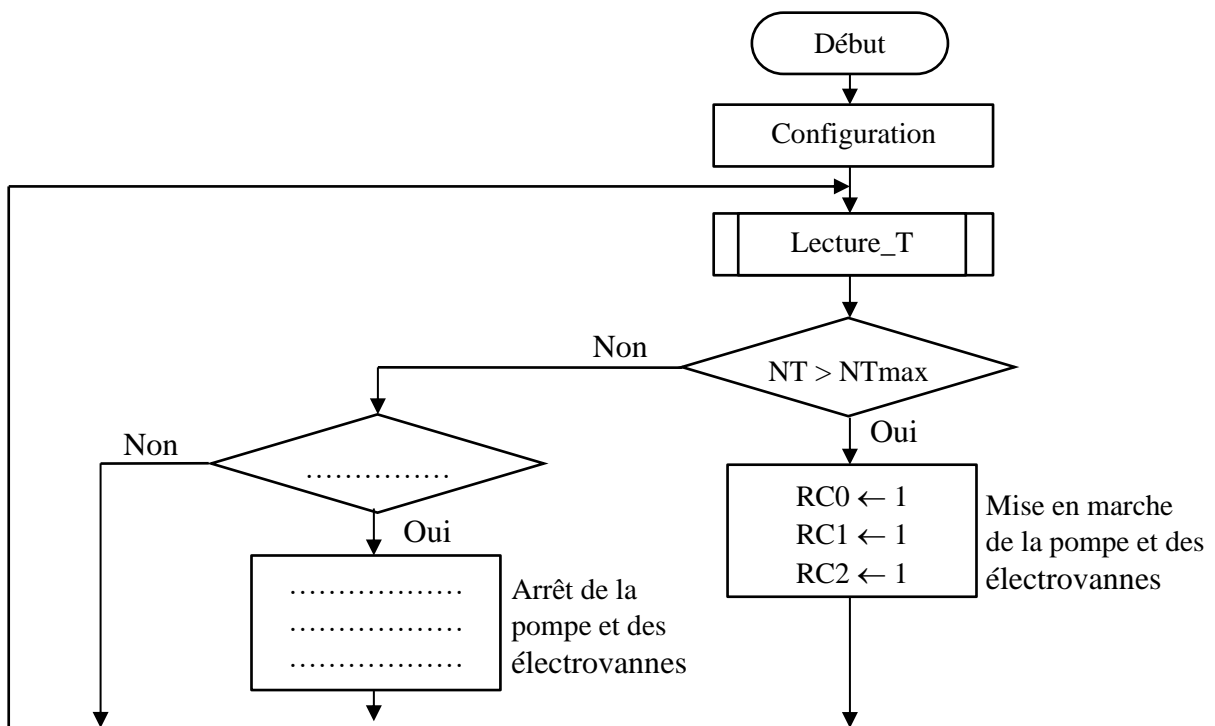
---

---

---

---

Question : 43.



DREP 08

Question : 44.

Instruction	Commentaire	
BCF STATUS, RP1 .....	; Activer la page 1	
.....	; Configurer PORTC en sortie	
BSF TRISA, 0	; Configurer la ligne RA0 en entrée	
BCF STATUS, RP1 BCF STATUS, RP0	; Activer la page 0	
repete .....	; appel du sous-programme "Lecture_T"	
MOVLW NTmax SUBWF NT, w .....	; W ← NTmax ; W ← NT – NTmax ; tester si le bit C = 1	tester si NT > NTmax
GOTO saut	; si non, se brancher à l'étiquette "saut"	
BSF PORTC, 0 BSF PORTC, 1 BSF PORTC, 2	; si oui, mettre en marche la pompe et les deux électrovannes	
GOTO repete	; reprendre	
saut ..... ..... .....	; W ← NTmin ; W ← NT – NTmin ; tester si le bit C = 0	tester si NT < NTmin
GOTO repete	; si non, reprendre	
BCF PORTC, 0 BCF PORTC, 1 .....	; si oui, arrêter la pompe et les deux électrovannes	
GOTO repete	; reprendre	