

# BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR AÉRONAUTIQUE

## ÉPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES APPLIQUÉES

SESSION 2012

—————  
Durée : 2 heures

Coefficient : 2  
—————

**Matériel autorisé :**

- Toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (Cirulaire n°99-186, 16/11/1999).

**Documents à rendre et à agraffer avec la copie :**

- Annexe 1..... page 7/8
- Annexe 1bis..... page 8/8

**Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.  
Le sujet se compose de 8 pages, numérotées de 1/8 à 8/8.**

BTS AÉRONAUTIQUE	Session 2012
Nom de l'épreuve : Sciences physiques et chimiques appliquées	Code : AE3SCPC
	Page : 1/8

# EXERCICE 1 : LES ONDES

Extrait d'un document du service technique de l'aviation civile :

" Aujourd'hui 800 rencontres d'oiseaux sont enregistrées en France chaque année dans l'aviation civile. À peu près 15 % d'entre elles sont classées "sérieuses" c'est-à-dire qu'elles donnent lieu à des retards de trafic, à des dommages plus ou moins importants concernant la cellule et les réacteurs. Les mesures de prévention et de lutte contre le risque aviaire ont démontré leur efficacité".

Les oiseaux ont une audition dont le spectre en fréquence couvre une bande de fréquences comparable à celle de l'homme. Une solution pour les faire fuir consiste à émettre des cris d'oiseaux en détresse ou des cris de prédateurs à l'aide d'un effaroucheur d'oiseaux.

## 1 - Caractéristiques techniques d'un effaroucheur d'oiseaux

Boîtier dimension 205 x 180 x 65.

Alimentation 12 V continu.

Protection fusible 5 A.

Consommation en veille 120 mA.

Consommation en fonctionnement 5A.

Gamme de température - 20 °C à + 60 °C.

Puissance de sortie 30 Watt RMS sous 4 Ω.

Bande passante 100 Hz à 16 kHz.

Distorsion < 1 % à 1 000 Hz.

2 haut-parleurs à chambre de compression 30 W, 8 ohms.

Pression acoustique mesurée à 1 m des hauts parleurs > 110 dBa.

Protection contre les courts-circuits et surchauffe.



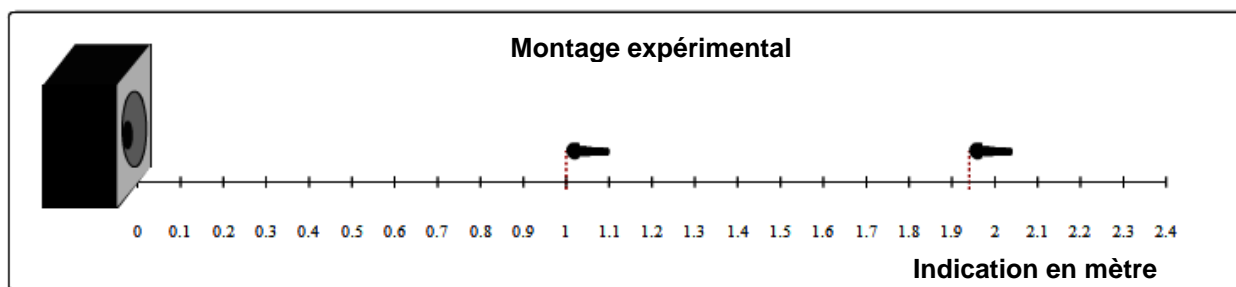
**1.1** - La bande passante affichée vous paraît-elle compatible avec le domaine de l'audible ? Justifier brièvement.

**1.2** - Calculer la puissance électrique absorbée par l'effaroucheur en fonctionnement.

**1.3** - En déduire son rendement nominal à partir de la puissance de sortie affichée.

## 2 - Mesures sur les ondes sonores émises

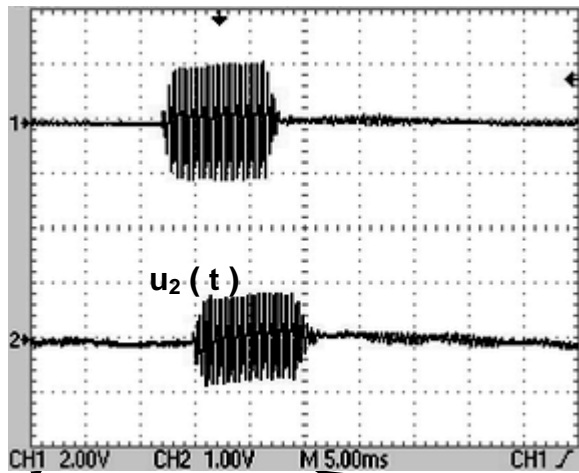
On place deux microphones  $M_1$  et  $M_2$  en face d'un des deux haut-parleurs selon le **schéma ci-dessous**.



### 2.1 - Première partie : Train d'ondes

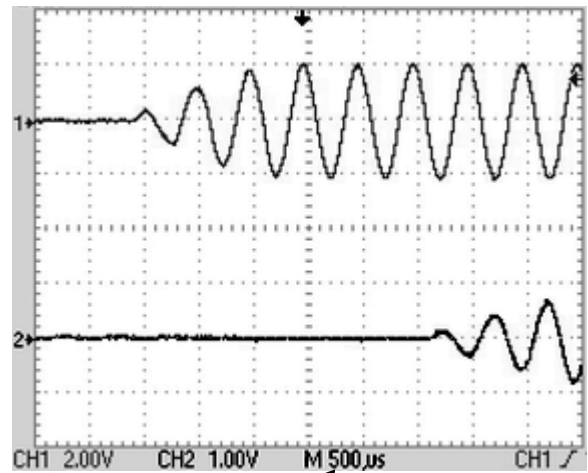
Le haut-parleur émet des salves (trains d'impulsions) et on relève, en fonction du temps, les tensions  $u_1(t)$  et  $u_2(t)$  aux bornes des deux micros  $M_1$  et  $M_2$  sur les voies  $Ch_1$  et  $Ch_2$  d'un écran d'oscilloscope. Les **figures 1** et **1-bis** sont effectuées dans les mêmes conditions expérimentales ; avec des réglages différents de l'oscilloscope. La **figure 2** est la reproduction plus fine du montage expérimental.

**Figure 1**



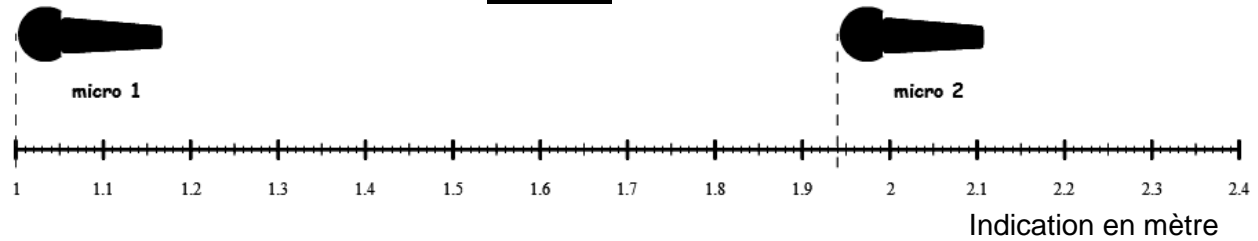
Ch1 : 2 V.div<sup>-1</sup>  
 Ch2 : 2 V.div<sup>-1</sup>  
 base de temps : 5 ms.div<sup>-1</sup>

**Figure 1-bis**



Ch1 : 2 V.div<sup>-1</sup>  
 Ch2 : 1 V.div<sup>-1</sup>  
 base de temps : 500 µs.div<sup>-1</sup>

**Figure 2**

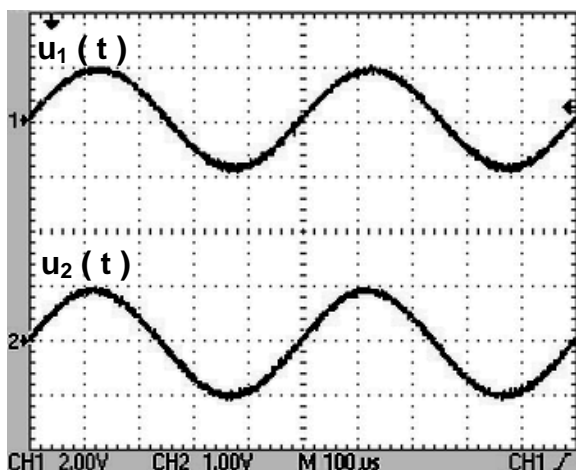


- 2.1.1 - Déterminer à partir de la **figure 1-bis** l'intervalle de temps qui sépare la réception du signal entre les deux micros.
- 2.1.2 - Déterminer à partir de la **figure 2** la distance  $d$  qui sépare les deux micros.
- 2.1.3 - En déduire la célérité  $c$  du son dans ce cas.
- 2.1.4 - Déterminer la période  $T$  puis la fréquence  $f$  de l'onde émise.

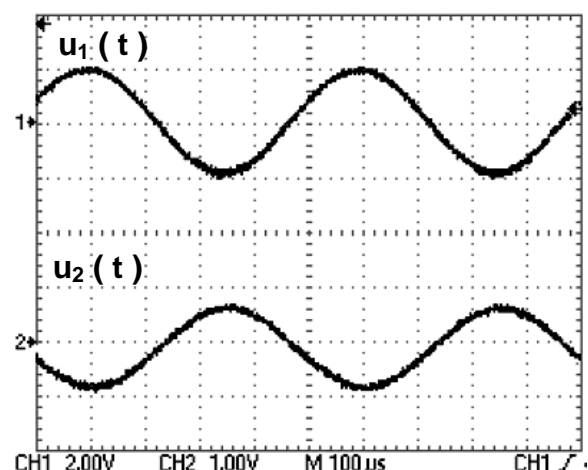
**2.2 - Deuxième partie : Onde sinusoïdale**

Le haut-parleur est à présent alimenté sous tension sinusoïdale de fréquence  $f = 2$  kHz et on relève à nouveau les tensions  $u_1(t)$  et  $u_2(t)$  pour différentes positions des micros  $M_1$  et  $M_2$  selon les **figures 3 et 4** ci-dessous.

**Figure 3**



**Figure 4**



- 2.2.1** - Déterminer les amplitudes des tensions  $U_{1MAX}$  et  $U_{2MAX}$  des tensions  $u_1(t)$  et  $u_2(t)$  sur la **figure 3**. Comment expliquer la différence ?
- 2.2.2** - En déplaçant  $M_2$  on retrouve des courbes en phase pour des déplacements multiples d'une distance 17,5 cm.  
À quoi correspond cette distance mesurée ?  
Déduire de cette distance mesurée et de la fréquence  $f$ , la célérité de l'onde sonore.
- 2.2.3** - Quelle est la distance minimale entre  $M_1$  et  $M_2$  qui permettra d'observer les oscillogrammes de la **figure 4** ?

## EXERCICE 2 : DÉGIVRAGE

Le givrage des différentes parties d'un aéronef est un problème qui peut être résolu de différentes façons. Le réchauffement de zones vulnérables est une méthode très courante de prévention du givrage. On s'intéresse ici au dégivrage par apport d'énergie thermique.



On dispose des données suivantes :

Capacité thermique massique de l'eau liquide :  $c_{eL} = 4180 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$

Capacité thermique massique de l'eau solide :  $c_{eS} = 2090 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$

Chaleur latente de fusion de la glace à  $0^\circ\text{C}$  :  $L_{\text{SOLIDE} \rightarrow \text{LIQUIDE}} = L = 333 \text{ kJ.kg}^{-1}$

Soit une surface d'un mètre carré recouverte de glace sur une épaisseur d'un demi-millimètre. La masse de cette glace est  $m = 460 \text{ g}$  et sa température est  $\theta = -10^\circ\text{C}$ .

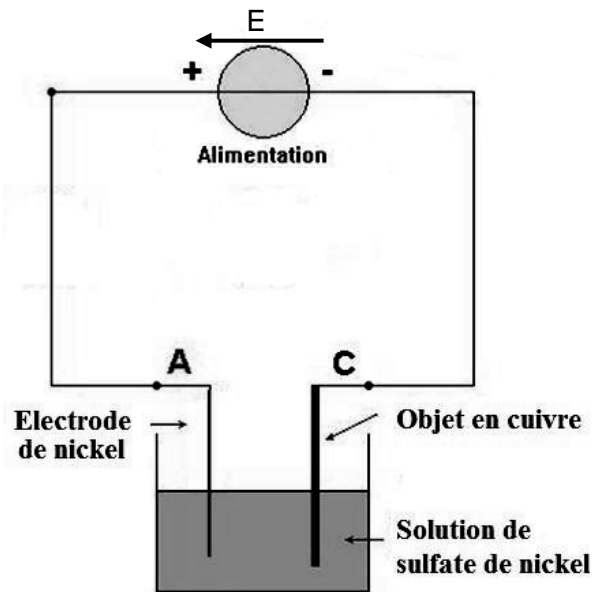
- 1 - Calculer l'énergie nécessaire pour augmenter la température de la glace de  $-10^\circ\text{C}$  à  $0^\circ\text{C}$ .
- 2 - Calculer l'énergie nécessaire pour faire passer la glace solide à  $0^\circ\text{C}$  à de l'eau liquide à  $0^\circ\text{C}$ .
- 3 - En déduire l'énergie totale nécessaire à cette opération de dégivrage.
- 4 - Cette énergie est apportée par un élément chauffant résistif de résistance  $R = 2,45 \Omega$  alimenté sous une tension continue  $U = 28 \text{ V}$ , il fonctionne pendant une durée  $\Delta t$ .
  - 4.1 - Montrer que l'énergie apportée par cet élément s'écrit sous la forme  $W = 320 \times \Delta t$ .
  - 4.2 - En déduire la durée  $\Delta t$  nécessaire au dégivrage si on néglige toutes les pertes d'énergie.
  - 4.3 - On fait varier la valeur de  $R$  afin de modifier la durée  $\Delta t$ . Montrer qu'en réduisant la valeur de  $R$  on réduit la durée de  $\Delta t$ .

## EXERCICE 3 : MÉTALLISATION ÉLECTROLYTIQUE

Parmi les nombreux traitements de surface qui existent dans les différents domaines de l'industrie, dont l'aéronautique, le dépôt de métal par voie électrochimique est un traitement qui permet notamment de réparer des surfaces corrodées et d'appliquer des épaisseurs de métal bien définies.

BTS AÉRONAUTIQUE	Session 2012	
Nom de l'épreuve : Sciences physiques et chimiques appliquées	Code : AE3SCPC	Page : 4/8

On veut déposer sur une plaque de cuivre polie de surface  $S = 350 \text{ cm}^2$  une couche de nickel d'épaisseur  $e = 20 \text{ }\mu\text{m}$  par dépôt électrolytique en réalisant le montage suivant dans lequel le générateur délivre un courant continu d'intensité  $I$  constante égale à  $5 \text{ A}$ .



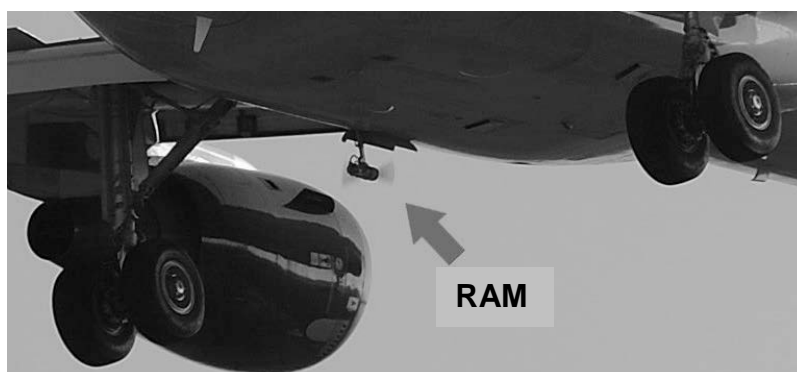
**Données :**

Masse volumique du Nickel :  $\rho = 8,90 \text{ g.cm}^{-3}$   
 Masse molaire du Nickel :  $M_{Ni} = 58,7 \text{ g.mol}^{-1}$   
 Charge d'une mole d'électrons :  $96300 \text{ C}$

- 1 - Calculer le volume, la masse puis la quantité de matière de Nickel qui recouvrira la plaque de cuivre.
- 2 - Sachant que le nickel donne l'ion  $\text{Ni}^{2+}$ , écrire la réaction qui se produit à la cathode.
- 3 - En déduire la quantité d'électrons nécessaire.
- 4 - En déduire la durée  $\Delta t$  de l'électrolyse.

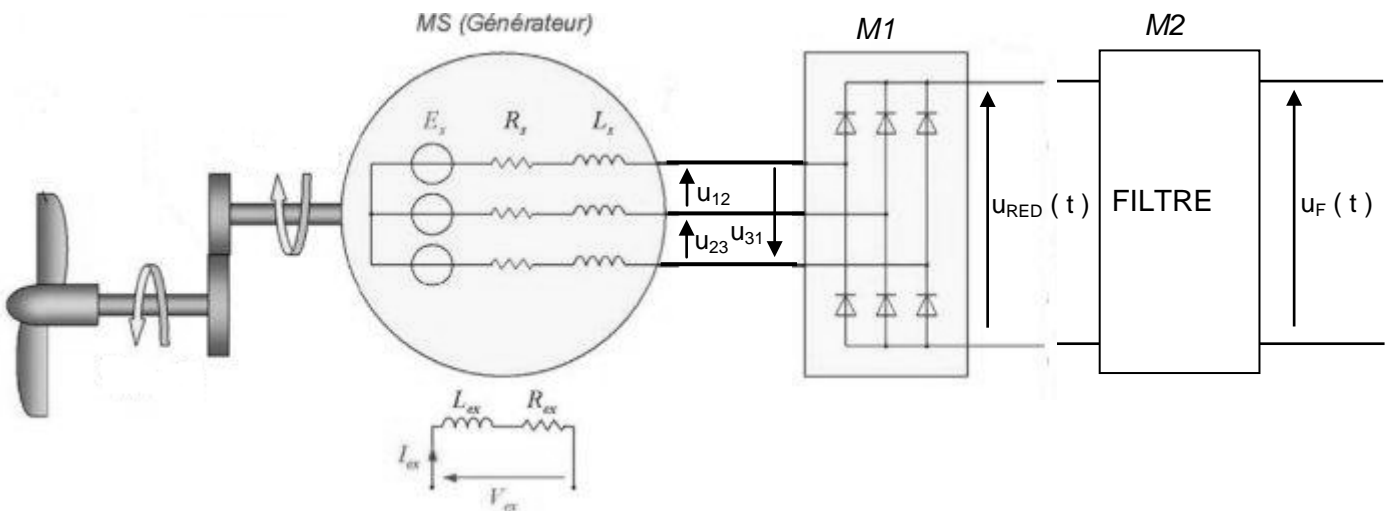
**EXERCICE 4 : RAM AIR TURBINE**

La RAT (Ram Air Turbine) est une éolienne que l'on déploie afin d'assurer la génération d'énergie électrique aux commandes vitales de l'avion en cas d'avaries importantes.



L'éolienne entraîne le rotor d'un alternateur triphasé qui produit des tensions alternatives sinusoïdales. Le schéma de principe est représenté à la **figure 1** ci-dessous :

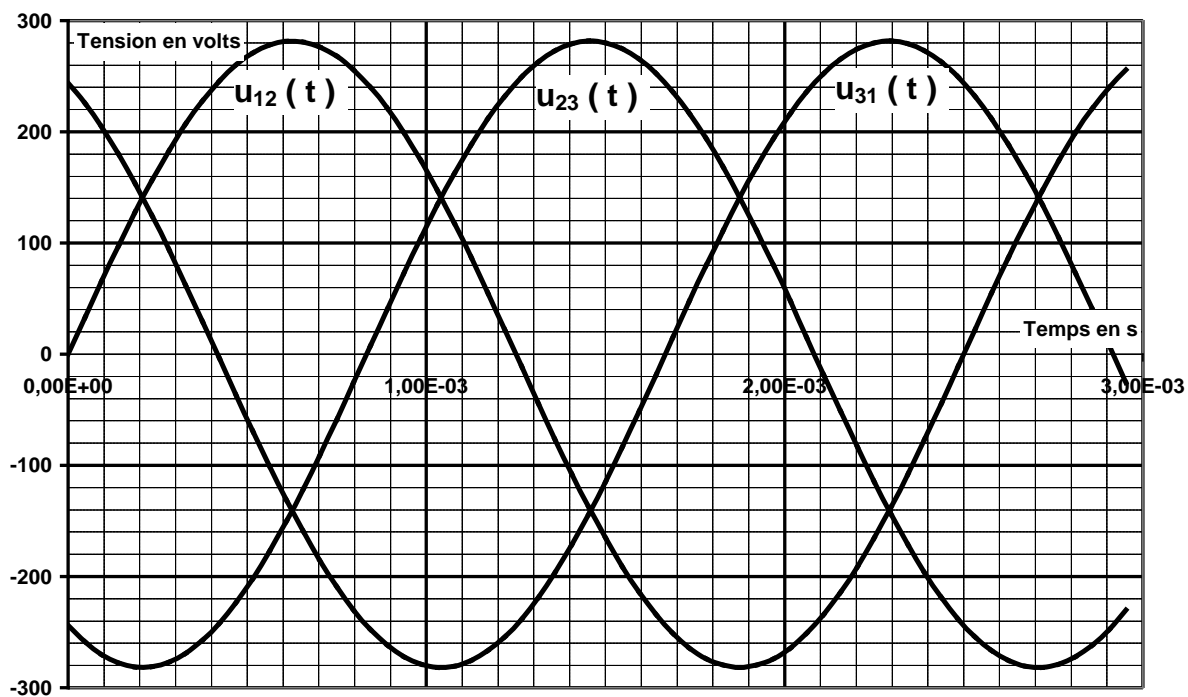
**Figure 1**



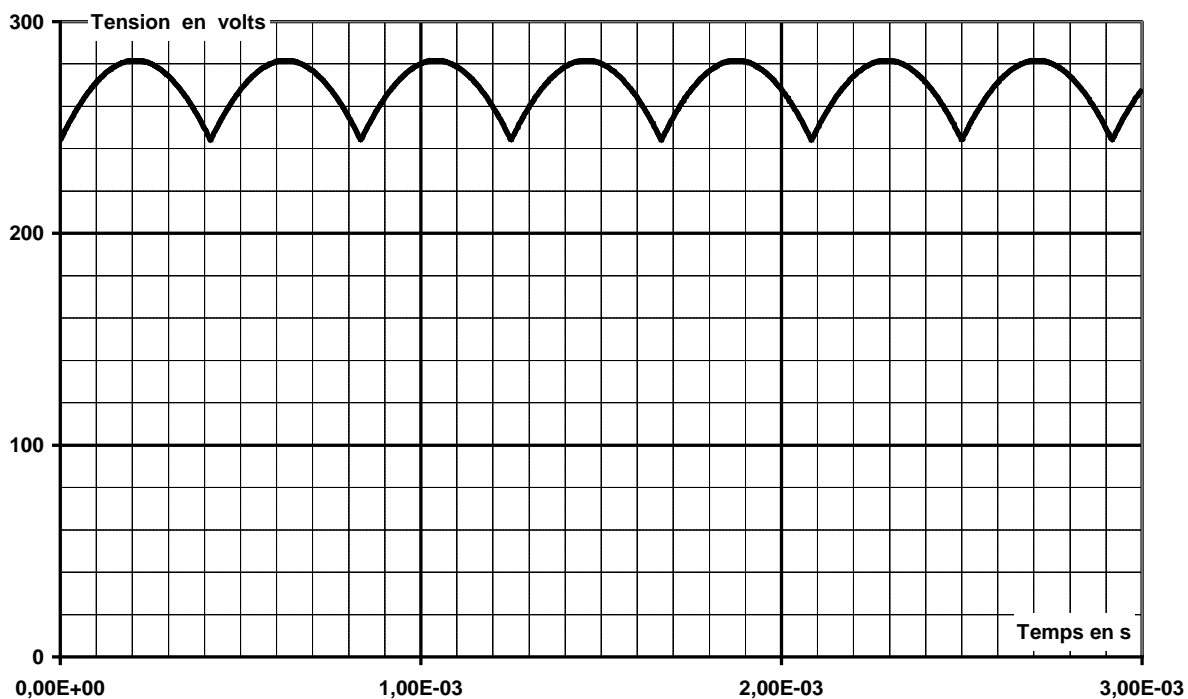
- 1 - On a visualisé les trois tensions composées  $u_{12}(t)$ ,  $u_{23}(t)$  et  $u_{31}(t)$  délivrées par l'alternateur. (Elles sont notées  $u_{12}$ ,  $u_{23}$  et  $u_{31}$  sur le schéma ci-dessus et représentées sur la **figure 2** en **annexe 1**).
  - 1.1 - Déterminer la valeur efficace ainsi que la fréquence des tensions composées.
  - 1.2 - En déduire la valeur efficace d'une tension simple délivrée par l'alternateur.
  - 1.3 - Calculer sa puissance apparente lorsqu'il délivre un courant en ligne dont la valeur efficace de l'intensité est égale à 50 A.
  
- 2 - À la sortie du module M1 on relève la tension  $u_{RED}(t)$ , représentée sur la **figure 3** en **annexe 1**.
  - 2.1 - Préciser le type de conversion réalisée par ce module.
  - 2.2 - Estimer graphiquement, en justifiant brièvement, la valeur moyenne de cette tension.
  - 2.3 - Déterminer sa fréquence. Que peut-on dire des fréquences des harmoniques de la tension  $u_{RED}(t)$  ?
  
- 3 - À la sortie du module M1 on place un filtre M2 dont la courbe de gain est donnée sur la **figure 4** en **annexe 1 bis** pour une fréquence comprise entre 1 Hz et 10 kHz.
  - 3.1 - Quelle est la nature de ce filtre ?
  - 3.2 - Déterminer sa fréquence de coupure à - 3 dB et la faire apparaître sur le **document réponse annexe 1 bis**.
  - 3.3 - Calculer son amplification maximale  $A_{MAX}$ .
  - 3.4 - Tracer la tension  $u_F(t)$  obtenue en sortie de filtre sur la **figure 2** en justifiant.

**ANNEXE 1**  
**DOCUMENT RÉPONSE**  
(à rendre avec la copie)

**Figure 2**



**Figure 3**



**ANNEXE 1 bis - DOCUMENT RÉPONSE**  
**(à rendre avec la copie)**

**Figure 4**

