

**EXAMEN 1****Document autorisé : une feuille manuscrite*****Durée : 1h50****10% de la note maximale pourra être retiré suivant la qualité de présentation et du français***Exercice I : Analyse de signaux avec un oscilloscope (30 pts)**

La figure 1 montre le relevé à l'oscilloscope de deux signaux de fréquence identique. La position des traces correspondant à une tension nulle (masse) a été ajustée, préalablement, au milieu de l'écran.

- 1) Calculer la fréquence de ces deux signaux.
- 2) Mesurer l'amplitude maximale et la valeur minimale du signal 1 (tension). Donner les expressions mathématiques de sa forme sur une période, en précisant votre origine de temps sur un graphique. Calculer la valeur moyenne et la valeur efficace.
- 3) Mesurer l'amplitude maximale et la valeur minimale du signal 2 (courant). Donner les expressions mathématiques de sa forme sur une période, en précisant votre origine de temps sur un graphique. Calculer la valeur moyenne et la valeur efficace.
- 4) On utilise la fonction Math de l'oscilloscope pour faire un produit de ces deux signaux et en déduire la puissance instantanée. Tracer l'allure du signal résultant sur la figure jointe en précisant l'échelle verticale du graphique et la position de la masse. Calculer son amplitude maximale et sa valeur minimale. Donner des expressions mathématiques de sa forme sur une période, en précisant l'origine de temps sur le tracé. Calculer la valeur moyenne et la valeur efficace.

$$\text{Rappel : } \sin^2 \theta = \frac{1 - \cos 2\theta}{2} \text{ et } \cos^2 \theta = \frac{1 + \cos 2\theta}{2}$$

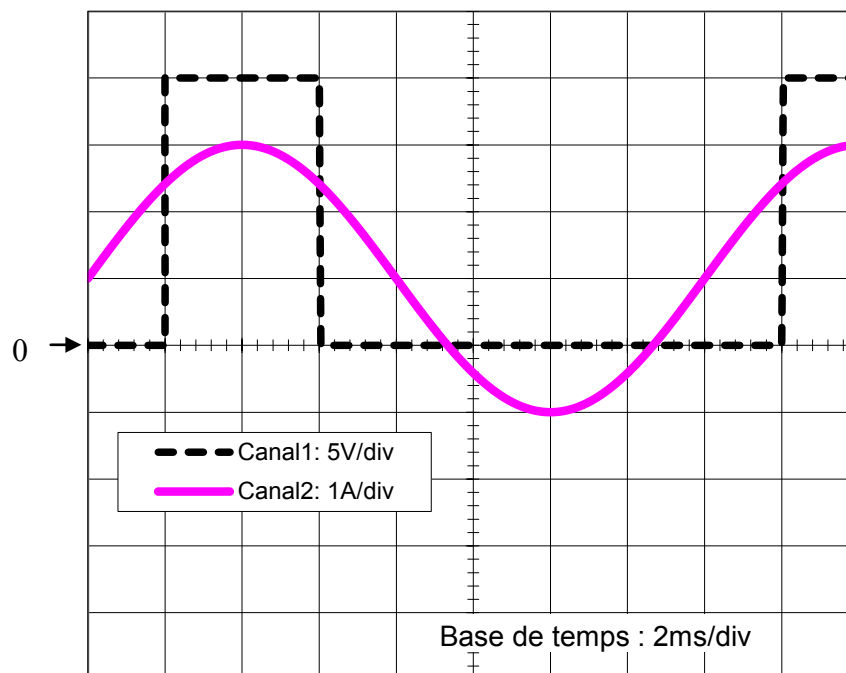


Figure 1

## Exercice II : Convention générateur/récepteur et calcul de puissance (25 pts)

Un voltmètre et deux ampèremètres sont utilisés pour caractériser les échanges de puissance entre trois systèmes électriques, A, B et C qui fonctionnent avec des alimentations continues. La figure 2 montre le branchement des équipements de mesure. Le résultat de ces mesures est le suivant :

$$I_1 = -10.1 \pm 0.6 \text{ A}$$

$$I_2 = 11.2 \pm 0.7 \text{ A}$$

$$V_1 = -30.14 \pm 0.26 \text{ V}$$

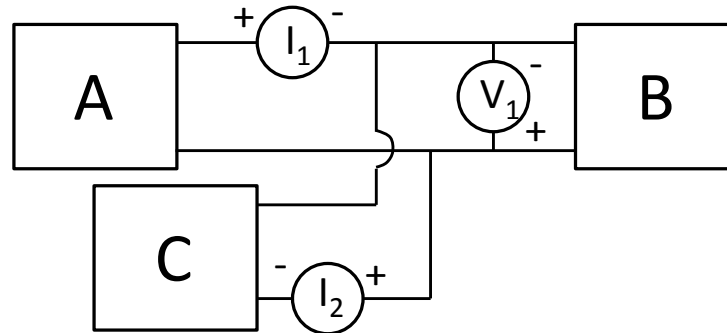


Figure 2

- 1) Le sens de branchement des appareils de mesure impose une convention (récepteur ou générateur) pour les systèmes A et C. Quelle est la convention pour A et quelle est la convention pour C?
- 2) Dans le système B, on veut imposer une convention récepteur en rajoutant un sens conventionnel au courant. Dans ce cas, faire un dessin montrant le sens de courant positif pour B (entrant ou sortant). Calculer le courant  $I_B$  et son incertitude en respectant la convention de signe. Présenter le résultat final en respectant les règles d'arrondi et d'affichage.
- 3) Calculer la puissance de chaque système (A, B et C) et en déduire ceux qui sont des générateurs et ceux qui sont des récepteurs.
- 4) Calculer l'incertitude sur la puissance de B et présenter le résultat final en respectant les règles d'arrondi et d'affichage.

## Exercice III : Dimensionnement d'une installation électrique (30 pts)

On souhaite équiper un chalet d'un système électrique fonctionnant avec une tension continue de 12 V. Chaque nuit, une batterie d'accumulateurs (ou batterie) devra alimenter 4 lampes de 20 W pendant 5 heures et un équipement électronique de 25W pendant 2h. On suppose que la batterie sera rechargée à sa pleine capacité, pendant la journée. Deux types de batteries sont considérés, les batteries acide-plomb au GEL et les batteries au Lithium.



Batterie au GEL



Batterie au Lithium

- 1) Calculer l'énergie minimale en Wh qui est nécessaire pour assurer le bon fonctionnement des équipements électriques, chaque nuit. En déduire la capacité minimale de la batterie en Ah. Calculer le courant maximal nécessaire si tous les équipements sont alimentés en même temps.
- 2) Un premier fournisseur nous donne une liste de batteries acide-plomb au gel (tableau 1). La figure 3 montre le nombre de cycles possibles en fonction de la profondeur de décharge. La profondeur de décharge correspond au pourcentage d'énergie prélevée d'une batterie alors qu'elle était initialement chargée à 100% de sa capacité. Compléter le tableau 1 (feuille jointe) et écrire la méthode de calcul et les expressions littérales d'une ligne du tableau, pour obtenir :
  - a) la profondeur de décharge chaque nuit, en utilisant les résultats de la question précédente.
  - b) le nombre de cycles de recharge possible avec la figure 3
  - c) le coût d'un kilowatt-heure en utilisant le prix de la batterie et le nombre de cycles
- 3) Un deuxième fournisseur propose des batteries au lithium (tableau 2). Leur nombre de cycles en fonction de la profondeur de décharge est indiqué sur la figure 3. Compléter le tableau 2 (feuille jointe) en suivant la même démarche que pour la question précédente.
- 4) Quel est le numéro du modèle de batterie qui correspond à la solution la plus économique? Est-ce qu'il est plutôt préférable de prendre un abonnement chez hydroquébec? On suppose que le coût du kilowatt-heure d'Hydro-quebec est de 0.07\$/kwh et celui de l'abonnement mensuel de 14\$/mois (*justifier votre réponse par un calcul*).

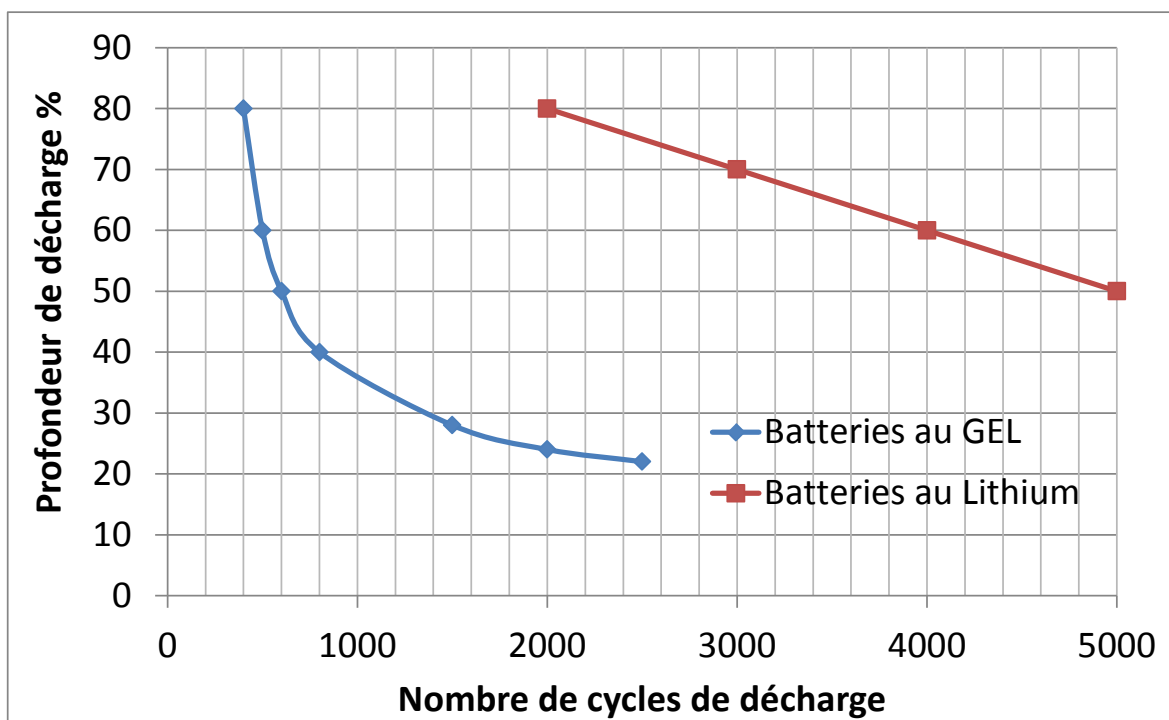


Figure 3 : Cycles de fonctionnement et profondeur de décharge

#### Exercice IV : Questions de cours et de laboratoire (15 pts)

*Répondre directement aux questions en utilisant la feuille jointe.*

*Ne pas oublier d'écrire votre nom lisiblement en haut de la feuille et d'inclure cette feuille dans votre cahier bleu à la fin de l'examen.*



**Nom :**

**Prénom :**

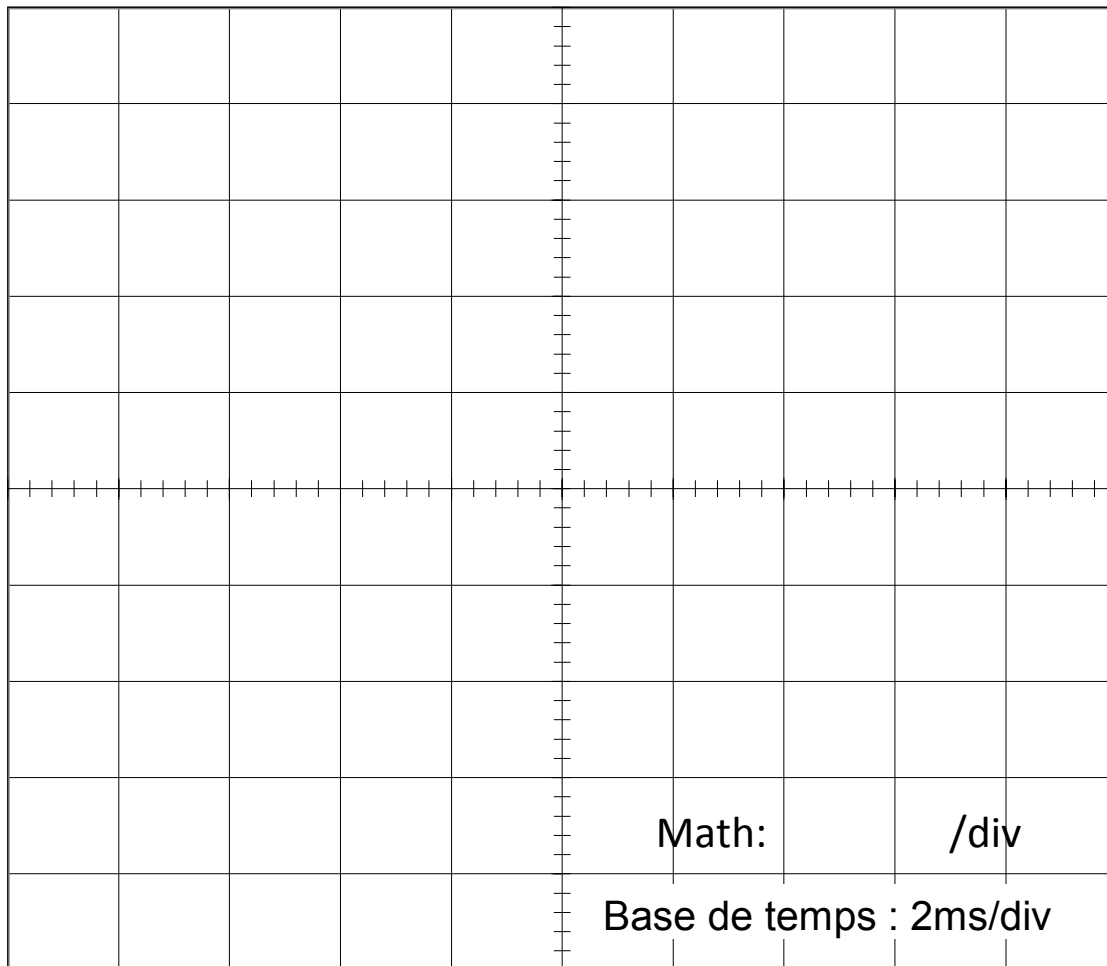


Figure pour l'exercice 1

Modèles	Prix	Masse	Capacité	Profondeur décharge	Nombre de	Coût
au GEL	\$	kg	Ah	en %	cycles	\$/kWh
1	257	20	60			
2	404	32	110			
3	607	47	165			

Tableau 1 : Batteries avec électrolyte en GEL (*résultats à compléter*)

Modèles	Prix	Masse	Capacité	Profondeur décharge	Nombre de	Cout
Lithium	\$	kg	Ah	en %	cycles	\$/kWh
4	1470	8	50			
5	1818	17	90			

Tableau 2 : Batteries au Lithium (*résultats à compléter*)

Nom :

Prénom :

**Exercice IV : Répondre aux questions sur cette feuille (15 pts)**

- 1) On insère un voltmètre et un ampèremètre entre une source et sa charge. **Faire le schéma de branchement des deux appareils pour une mesure non biaisée du courant de la source.**

- 2) Compléter le tableau suivant en cochant les cases Vrai ou Faux, suivant l'énoncé d'une affirmation.

*Barème : +1pt par bonne réponse, 0 si aucune case n'est cochée, -1pt si les deux cases sont cochées ou si la réponse est fausse. Le maximum de points pour cette question est 13 et le minimum 0.*

#	Affirmation	VRAI	FAUX
1	La valeur efficace d'un signal ne varie pas si sa fréquence change.		
2	L'offset d'un signal a une influence sur sa valeur efficace.		
3	La valeur efficace est toujours supérieure ou égale à la valeur moyenne		
4	L'incertitude absolue d'une résistance 100 ohms à 5% est plus grande que celle d'une résistance de 1000 ohms à 1%.		
5	L'identification d'un équivalent Thévenin doit toujours s'effectuer avec un essai à vide.		
6	Le mode DC (ou CC) de l'oscilloscope permet d'observer un signal alternatif		
7	Le mode AC (ou CA) de l'oscilloscope permet d'observer un signal continu		
8	Selon son principe de fonctionnement, un appareil analogique mesure toujours une tension.		
9	Le mode AC du multimètre donne toujours une valeur positive quel que soit le sens du branchement		
10	Le mode XY de l'oscilloscope permet aussi de mesurer l'amplitude de signaux sinusoïdaux sur les voies 1 et 2		
11	En considérant les équipements du laboratoire, l'oscilloscope est plus précis que le multimètre pour le calcul de la valeur efficace et de la valeur moyenne.		
12	La valeur 34.57 V peut s'afficher sur un voltmètre à 4 digits 3/4 si on utilise la gamme 100V		
13	La résolution d'affichage sur la gamme 100V est de 0.01V pour un voltmètre à 4 digits 3/4		