

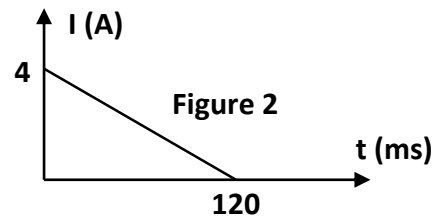
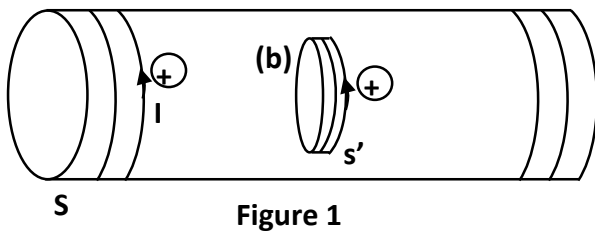
**SERIE D'EXERCICES SUR P8: INDUCTION MAGNETIQUE-ETUDE D'UN DIPOLE (R,L)**

**EXERCICE 1:**

On réalise le montage ci-dessous. Dans ce montage, une petite bobine (b) de surface  $s' = 10 \text{ cm}^2$ , comportant  $N' = 100$  spires est placée à l'intérieur d'un solénoïde (S) comportant  $N = 1000$  spires et de longueur  $L = 1,5 \text{ m}$ . La petite bobine (b) et le solénoïde sont orientées comme indiqué sur la figure 1.

1/ L'intensité du courant dans le solénoïde varie suivant la loi donnée par la figure 2.

On donne  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ S.I.}$



1/ Déterminer l'expression en fonction du temps du champ magnétique  $B$  à l'intérieur du solénoïde.

2/ Dédurre :

a/ L'expression du flux de  $\vec{B}$  à travers la bobine (b).

b/ La force électromotrice dont la bobine (b) est le siège. Préciser sur un schéma clair, le sens de  $\vec{B}$  ;  $\vec{B}_{int}$  et du courant  $i_{int}$  qui traverserait la bobine (b) si on réunissait ses deux extrémités.

**EXERCICE 2:**

On se propose d'étudier l'établissement du courant dans un dipôle série comportant une bobine d'inductance  $L = 0,5 \text{ H}$ , de résistance interne  $r$  et un résistor de résistance  $R$ . Ce dipôle est soumis à un échelon de tension de valeur  $E$  délivrée par un générateur de tension idéal. Un oscilloscope à mémoire, permet de visualiser la tension aux bornes du générateur et du résistor. A l'instant  $t = 0$ , on ferme l'interrupteur  $K$ , et on procède à l'enregistrement. On obtient l'oscillogramme représenté sur la figure 2.

1/ Reprendre la figure 1 en indiquant, les branchements à réaliser pour visualiser les tensions aux bornes du générateur et du résistor sur les voies respectives (I) et (II) de l'oscilloscope ?

2/ Quelle grandeur électrique peut-être déterminée à partir de la tension aux bornes du résistor ?

3/ a/ Expliquer le retard de l'établissement du courant dans le circuit.

b/ Nommer le phénomène qui est à l'origine de ce retard.

4/ Le circuit étudié peut être caractérisé par une constante de temps  $\tau$ , qui permet d'évaluer la durée nécessaire à l'établissement du régime permanent dans ce circuit.

a/ Etablir l'équation différentielle qui régit l'intensité du courant  $i$  dans le circuit.

b/ Vérifier que  $i(t) = \frac{E}{R+r} (1 - e^{-t/\tau})$  est une solution de cette équation différentielle, avec

$$\tau = \frac{L}{R+r} .$$



5/ a/ Quelle est l'expression  $I_0$  de l'intensité du courant  $i$  lorsque le régime permanent est établi. En déduire que l'expression de la tension  $U_R$  aux bornes du résistor en régime permanent est  $U_R = \frac{R}{R+r}E$ .

b/ A partir du graphe de la figure 2, déterminer la valeur de la constante de temps  $\tau$ .

c/ Déduire des questions précédentes les valeurs de la résistance interne  $r$  de la bobine et la résistance  $R$  du résistor.

6/ Calculer la valeur de l'énergie magnétique  $E_B$  à la date  $t = 2 \cdot 10^{-2}$  s.

7/ Déterminer l'expression de la tension  $u_B(t)$  aux bornes de la bobine puis représenter l'allure de la courbe représentant ces variations en fonction du temps. On précisera les coordonnées des points particuliers.

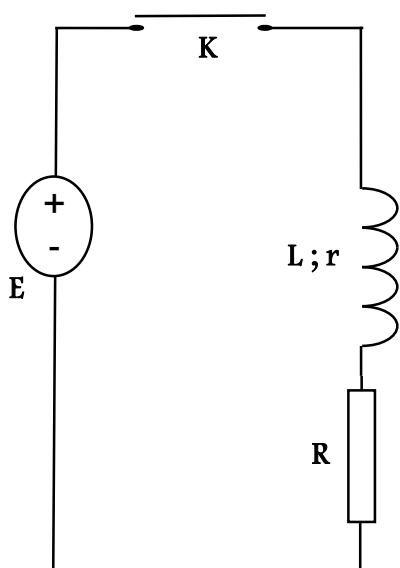


Figure 1

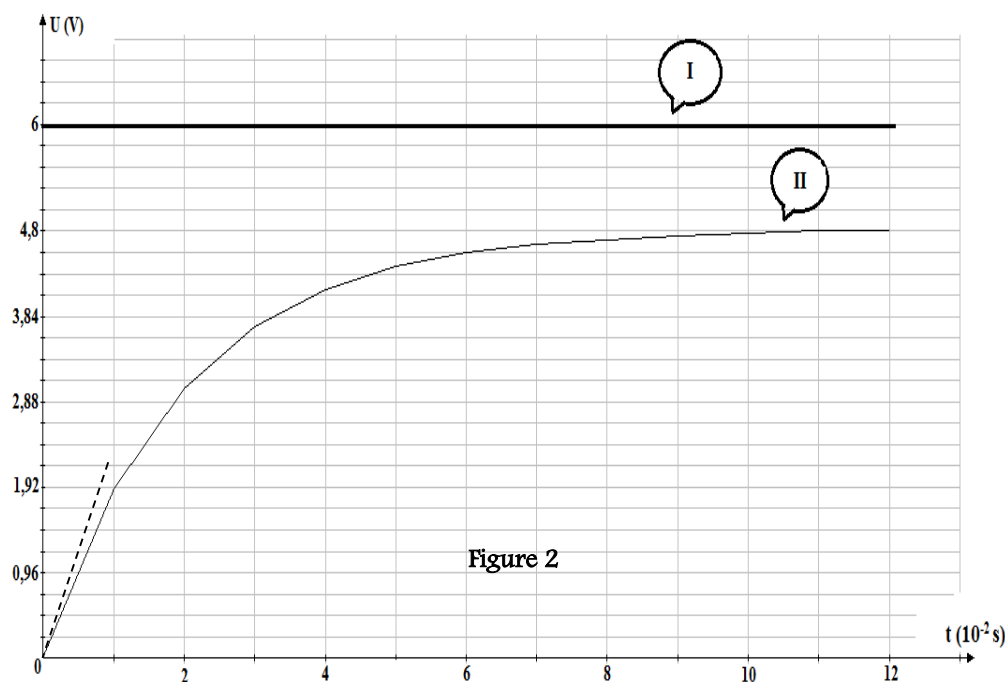


Figure 2

### EXERCICE 3:

Les bobines sont des composants électriques de très grande utilité sur lesquels le fabricant mentionne les caractéristiques ( $L, N, I_{max}$ ), pour une utilisation optimale et sécuritaire.  $L$  et  $N$  représentent respectivement l'inductance et le nombre de spires de la bobine tandis que  $I_{max}$  correspond à l'intensité maximale du courant électrique qui peut traverser la bobine.

1/ Un groupe d'élèves, sous la supervision de leur professeur, se propose de vérifier quelques caractéristiques d'une bobine de leur laboratoire. Cette bobine est assimilée à un solénoïde de longueur  $\ell = 0,5$  m, comportant  $N$  spires de rayon  $R = 5$  cm. Pour ce faire, ils disposent la bobine horizontalement, son axe ( $\Delta$ ) étant orthogonal au plan méridien magnétique. Au centre de cette bobine est placée une petite aiguille aimantée horizontale mobile autour d'un axe vertical ( $\Delta'$ ).

Le groupe d'élèves lance un courant électrique d'intensité  $I$  dans le solénoïde et constate que l'aiguille dévie d'un angle  $\alpha$ .

a/ Faire un schéma ou seront représentés la bobine en indiquant le sens du courant, le vecteur champ magnétique  $\vec{B}_c$  créé par le courant, le vecteur  $\vec{B}_H$  composante horizontale du champ magnétique terrestre, la position finale de l'aiguille et l'angle  $\alpha$ .

b/ Exprimer  $\tan \alpha$  en fonction de  $B_H, N, I, \ell$  et  $\mu_0$  (perméabilité magnétique du vide)



2/ Le groupe fait varier l'intensité  $I$  du courant dans le circuit et mesure la valeur de l'angle  $\alpha$  pour chaque valeur de  $I$ . Les résultats obtenus permettent de tracer la courbe  $\tan \alpha = f(I)$ . (figure 1)

a/ Déterminer à partir de cette courbe la relation entre  $\tan \alpha$  et  $I$

b/ En déduire la valeur de  $N$  que l'on notera  $N_0$ . **On donne :  $\mu_0 = 4\pi 10^{-7}$  SI ;  $B_H = 2.10^{-5}$  T**

c/ Déterminer l'inductance  $L$  du solénoïde (on prendra  $N = 1195$  spires).

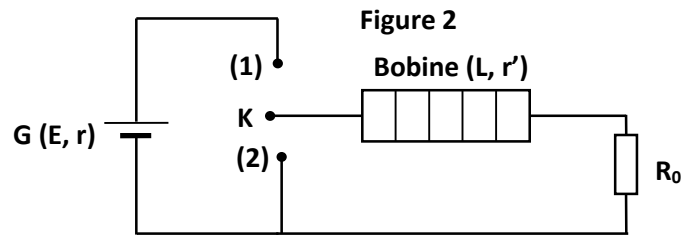
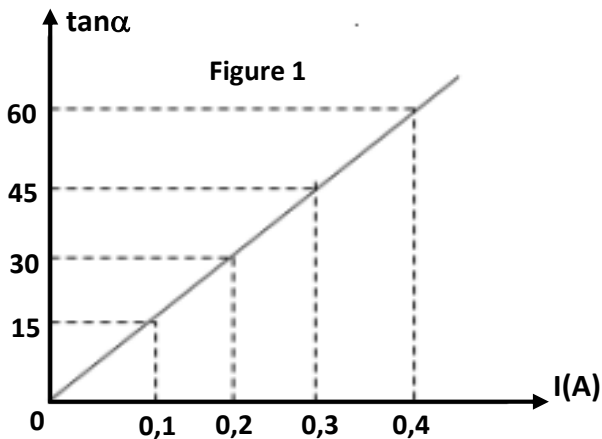
3/ Afin d'étudier le comportement de la bobine dans un circuit, les élèves réalisent avec ce solénoïde le montage ci-après (figure 2). La bobine est branchée en série avec un résistor de résistance  $R_0 = 10 \Omega$ . Ils utilisent un générateur de courant continu  $G$  ( $E = 12$  V ;  $r = 5 \Omega$ ). La résistance interne du solénoïde est  $r' = 5 \Omega$ . Le nombre de spires est  $N = 1195$  spires. L'interrupteur est dans la position 1.

a/ Déterminer l'intensité  $I_0$  du courant dans le circuit en régime permanent.

b/ En un temps très bref et à  $t = 0$ , on bascule l'interrupteur de la position (1) à la position (2).

► Etablir l'équation différentielle à laquelle obéit l'intensité  $i$  du courant dans le circuit.

► Vérifier que  $i = A e^{-t/\tau}$  est solution de cette équation différentielle,  $A$  et  $\tau$  étant des constantes à exprimer en fonction des caractéristiques des composants du circuit. Donner l'allure de la courbe  $i = f(t)$ .

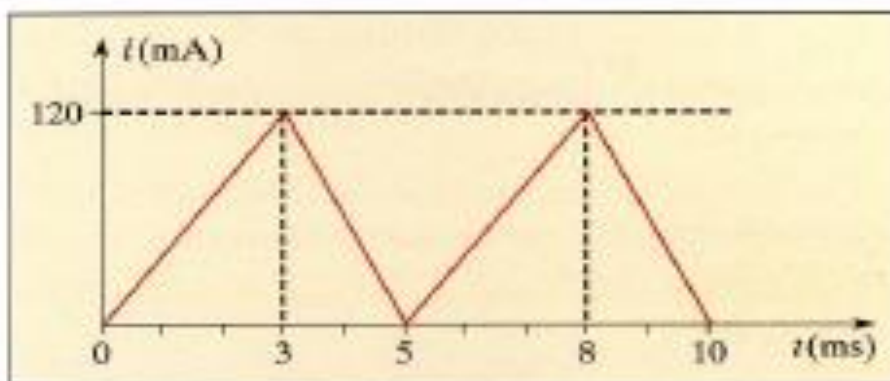


### EXERCICE 4:

L'intensité du courant dans une bobine d'inductance  $L = 0,1$  H varie en fonction du temps selon la loi indiquée par le graphique ci-contre.

1. Calculer la f.e.m  $e$  dans les différents intervalles de temps.

2. Représenter graphiquement la variation de la f.e.m  $e$  au cours du temps.



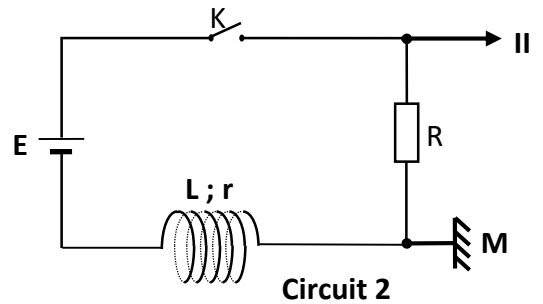
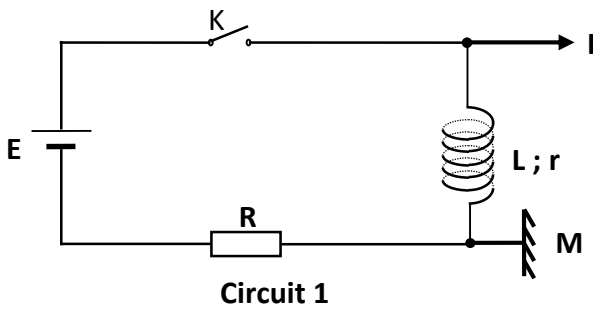
**EXERCICE 5:**

On considère les circuits ci-dessous, composés chacun d'un générateur de tension continue de f.e.m  $E = 9V$ , d'une bobine d'inductance  $L$  et de résistance interne  $r$ , d'un interrupteur  $K$  et d'un conducteur ohmique de résistance  $R = 32 \Omega$ . A  $t = 0$  on ferme les interrupteurs  $K$  des deux circuits et à l'aide de deux oscilloscopes à mémoire bicourbe, branchés convenablement on obtient les courbes (a) et (b) représentées sur un même graphe (figure 2).

1/ Associer à chaque circuit la courbe correspondante.

2/ Etablir l'équation différentielle relative à l'intensité  $i$  du courant au cours de son établissement.

3/ Vérifier que  $i(t) = \frac{E}{R+r} (1 - e^{-t/\tau})$  est une solution de cette équation différentielle, avec  $\tau = \frac{L}{R+r}$ .

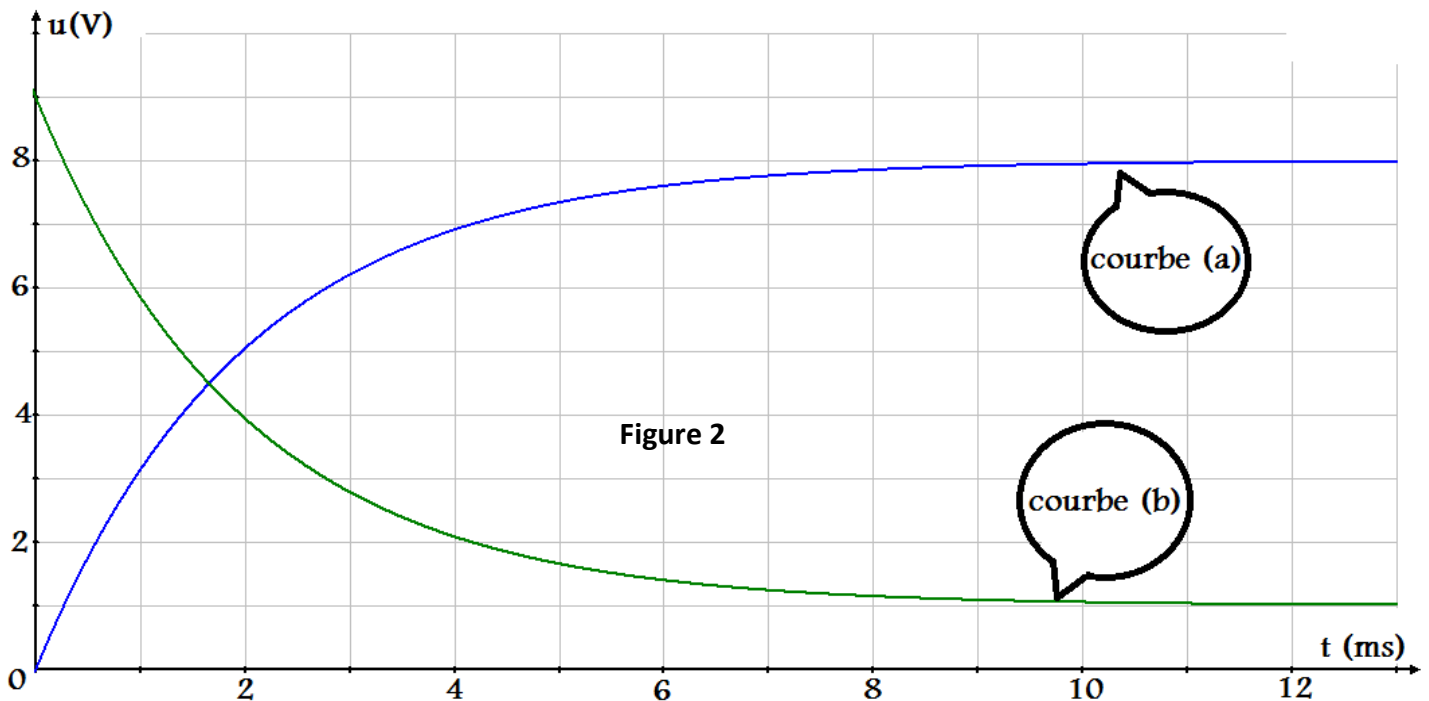


4/ Déterminer les expressions littérales en fonction du temps de la tension aux bornes du conducteur ohmique  $U_R(t)$  et celle aux bornes de la bobine  $U_B(t)$ .

5/ En déduire les expressions de la tension aux bornes du conducteur ohmique  $U_R$  et celle aux bornes de la bobine  $U_B$  en régime permanent. Déterminer graphiquement leurs valeurs à partir de la figure 2.

6/ Déterminer graphiquement la constante de temps  $\tau$ .

7/ En déduire des questions précédentes les valeurs de  $r$  et de  $L$ .



**Fin de la série**

