



SERVICES CULTURE ÉDITIONS
RESSOURCES POUR
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Ce document a été numérisé par le CRDP de Bordeaux pour la
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel**

session 2011

B.T.S.

INDUSTRIALISATION DES PRODUITS MECANIQUES

U.32 SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUEES

SESSION 2011

DUREE : 2 HEURES
COEFFICIENT : 2

Matériel autorisé :

La calculatrice conforme à la circulaire n°99-186 du 16 novembre 1999.

Documents à rendre avec la copie :

Document réponse n°1:	page 8/10
Document réponse n°2:	page 9/10
Document réponse n°3:	page 10/10

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet comporte 10 pages numérotées de 1/10 à 10/10.

MOTEUR A COURANT CONTINU A EXCITATION INDEPENDANTE

Les moteurs à courant continu sont appréciés par la simplicité de leur alimentation électronique et de leur commande.

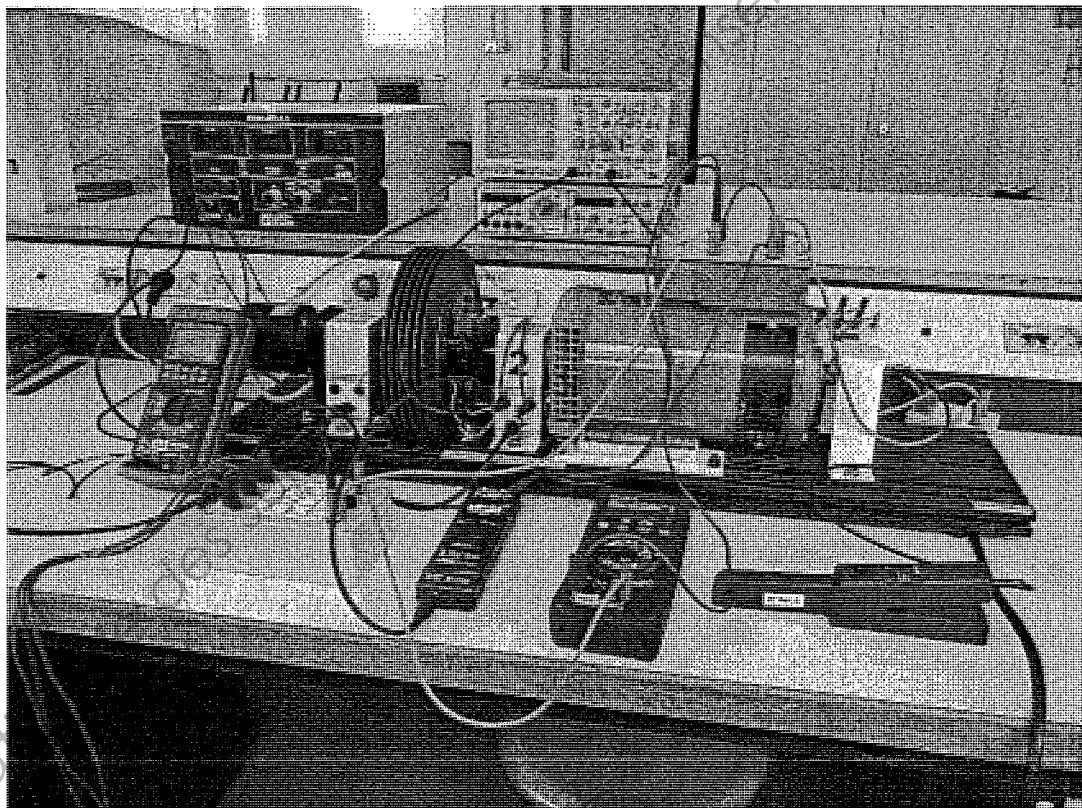
On peut régler aisément leur fréquence de rotation ce qui explique l'utilisation de ces moteurs dans les dispositifs à vitesse variable.

L'objectif de ce sujet est d'étudier un moteur à courant continu installé sur un banc d'essai.

Plusieurs essais ont été réalisés afin de découvrir expérimentalement les propriétés essentielles de ce type de machine.

Le sujet comporte cinq parties indépendantes :

- 1) ÉTUDE DE L'ALIMENTATION DE L'INDUCTEUR
- 2) ÉTUDE DE L'ALIMENTATION DE L'INDUIT
- 3) ÉTUDE DU MOTEUR À VIDE
- 4) ÉTUDE DU MOTEUR EN CHARGE
- 5) MONTÉE EN VITESSE DU MOTEUR À VIDE

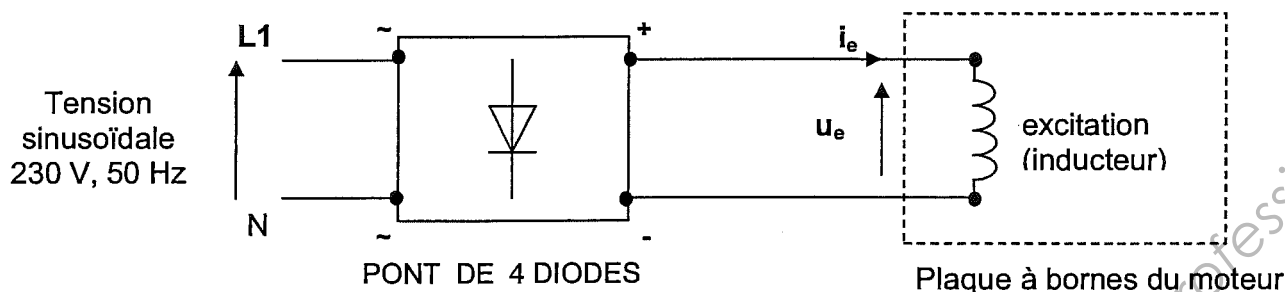


On a relevé la plaque signalétique du moteur à courant continu installé sur le banc d'essai :

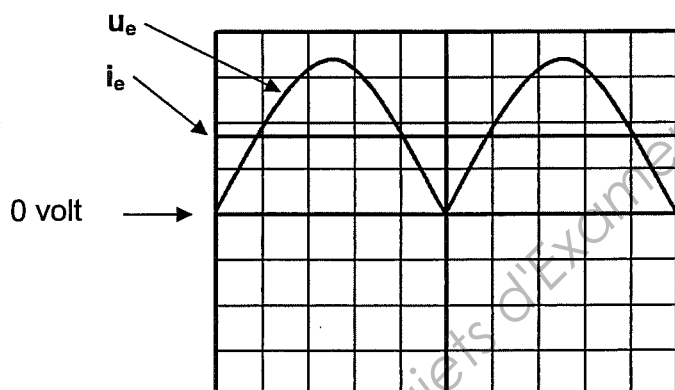
1500 tr.min⁻¹	0,44 kW	3 N.m
inducteur :	210 V	0,36 A
induit :	170 V	3,3 A

1) ÉTUDE DE L'ALIMENTATION DE L'INDUCTEUR

L'inducteur est alimenté par l'intermédiaire d'un pont de diodes :



- a. Sur le **Document réponse N°1 (page 8/10)**, représenter le branchement d'un oscilloscope permettant de visualiser simultanément la tension u_e sur la voie Y_I à l'aide d'une sonde différentielle (1/200) et le courant i_e sur la voie Y_{II} avec une sonde de courant (100 mV/A).
- b. On relève les oscillogrammes suivants :



$Y_I : u_e$

Sensibilité voie I :
500 mV / div

Sonde différentielle :
rapport 1/200

Base de temps :
2 ms / div

$Y_{II} : i_e$

Sensibilité voie II :
20 mV / div

Sonde de courant :
100 mV/A

b1. Que peut-on dire de la tension u_e ?

b2. Déterminer la valeur maximale \hat{U}_e de la tension u_e .

b3. Calculer la valeur moyenne $\langle u_e \rangle$ de la tension u_e en utilisant la relation

$$\langle u_e \rangle = \frac{2}{\pi} \hat{U}_e$$

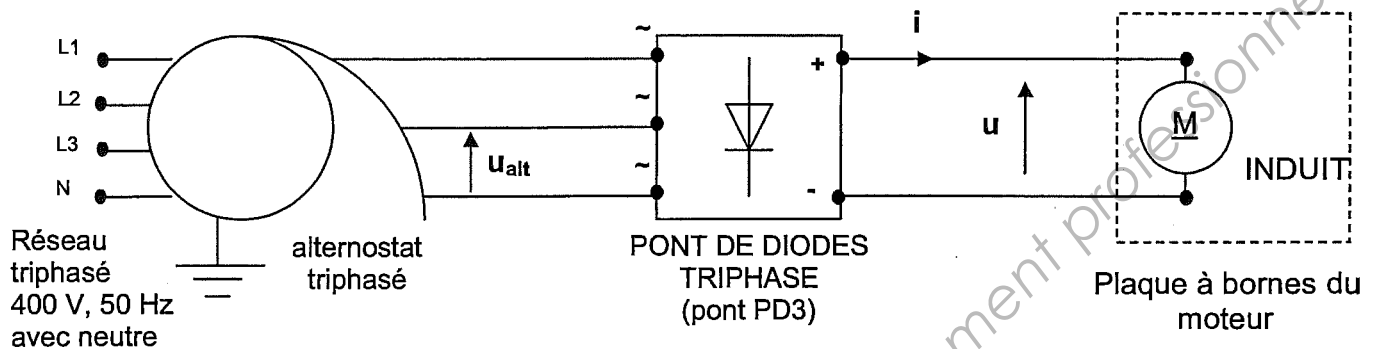
b4. Sur le **Document réponse N°1 (page 8/10)**, représenter le branchement de l'appareil de mesure permettant d'obtenir la valeur moyenne $\langle u_e \rangle$ de la tension u_e . Préciser les bornes + et COM, et indiquer la position AC, DC ou AC+DC du commutateur.

b5. En utilisant l'oscillogramme précédent, déterminer la valeur de l'intensité du courant i_e .

b6. La valeur de i_e déterminée à la question précédente est-elle compatible avec l'indication de la plaque signalétique ? Justifiez votre réponse.

2) ÉTUDE DE L'ALIMENTATION DE L'INDUIT (moteur désaccouplé)

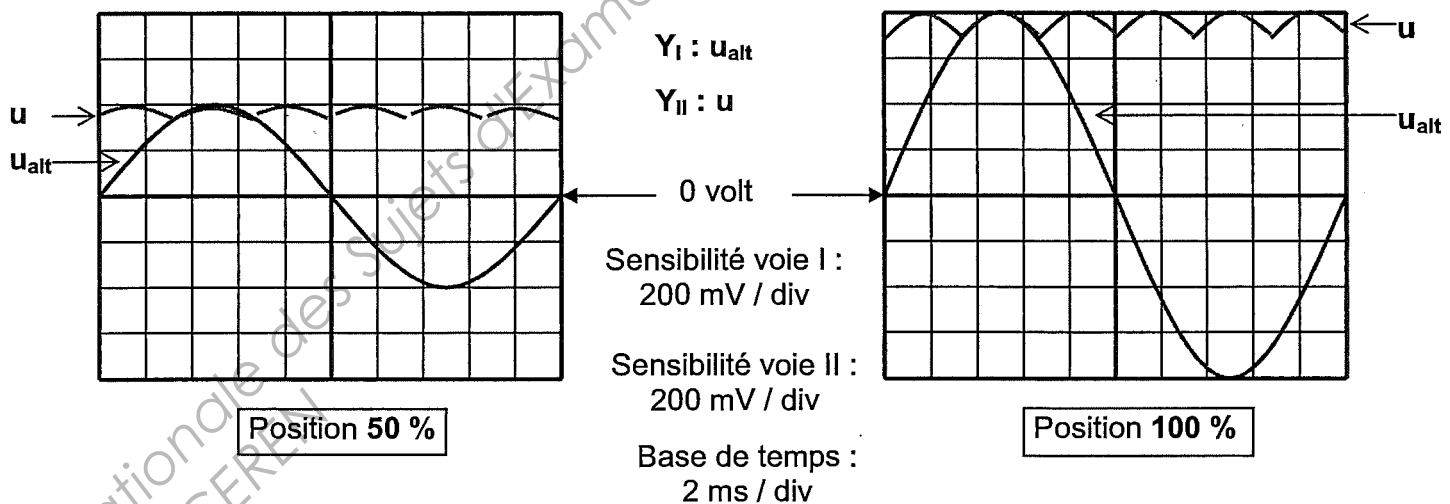
Un moteur à courant continu comporte deux circuits électriques : l'inducteur (ou circuit d'excitation) et l'induit. L'induit est ici alimenté par un pont redresseur triphasé PD3 associé à un alternostat triphasé.



L'alternostat est un transformateur triphasé réglable : il possède un curseur gradué en pourcentage de la tension maximale fournie.

On visualise la tension u_{alt} sur la voie Y_I de l'oscilloscope avec une sonde différentielle (1/200) et la tension U sur la voie Y_{II} avec une sonde différentielle (1/200).

On a réalisé des relevés pour les positions 50 % et 100 % du curseur de l'alternostat :

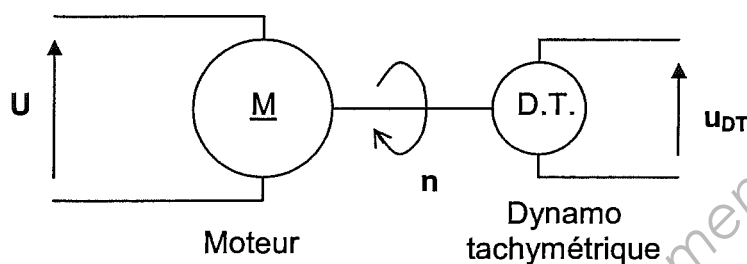


- Déterminer la valeur maximale \hat{u}_{alt} de la tension u_{alt} pour les positions 50 % et 100 % du curseur. Quel est le rôle de l'alternostat ?
- En observant la forme de u_{alt} et celle de u , indiquer le rôle du pont de diodes triphasé.
- Quelle est la fonction de l'ensemble « alternostat - pont de diodes » ?

3) ÉTUDE DU MOTEUR A VIDE

On utilise une dynamo tachymétrique (D.T.) pour mesurer la fréquence de rotation du moteur.

Cette dynamo fournit une tension notée u_{DT} dépendant de la fréquence de rotation n de l'arbre du moteur. La caractéristique $u_{DT} = f(n)$ est fournie sur le **Document réponse N°2** (page 9/10) :



En agissant sur le curseur de l'alternostat, on règle la tension d'induit U et on relève les valeurs correspondantes de la tension u_{DT} . On obtient ainsi la courbe $u_{DT} = f(U)$ fournie sur le **Document réponse N°2** (page 9/10) .

- En observant ces caractéristiques, expliquer sur quelle grandeur on doit agir pour faire varier la fréquence de rotation d'un moteur à courant continu.
- Quelle est la fréquence de rotation de l'arbre du moteur quand la tension u_{DT} vaut 20 V ?
Placer le point correspondant sur la caractéristique correspondante du **Document réponse N°2** (page 9/10).
- Quelle est alors la valeur de la tension d'induit U ?
Placer le point correspondant sur la caractéristique correspondante du **Document réponse N°2** (page 9/10).

4) ÉTUDE DU MOTEUR EN CHARGE

Le moteur est chargé par un frein magnétique à poudre.

Ce frein exerce un couple résistant de moment T_R sur l'arbre du moteur, mesuré avec un capteur de force.

En régime établi, le moment du couple utile du moteur T_U est égal au moment du couple résistant T_R exercé par le frein :

$$T_U = T_R$$

On fixe la tension d'induit à sa valeur nominale. On fait varier le moment du couple résistant T_R en agissant sur la commande du frein.

La courbe $T_U = f(n)$, moment du couple utile en fonction de la fréquence de rotation est donnée sur le **Document réponse N°3 (page 10/10)**.

- a. Comment évolue la fréquence de rotation quand on charge le moteur ?
- b. Le frein exerce sur l'arbre du moteur un couple résistant de moment $T_R = 2,25 \text{ Nm}$.
 - b1. Déterminer la fréquence de rotation de l'arbre du moteur à partir de la caractéristique $T_U = f(n)$ donnée sur le **Document réponse N°3 (page 10/10)**. Placer le point correspondant sur cette caractéristique.
 - b2. Calculer la puissance mécanique P développée par le moteur

5) MONTÉE EN VITESSE DU MOTEUR A VIDE

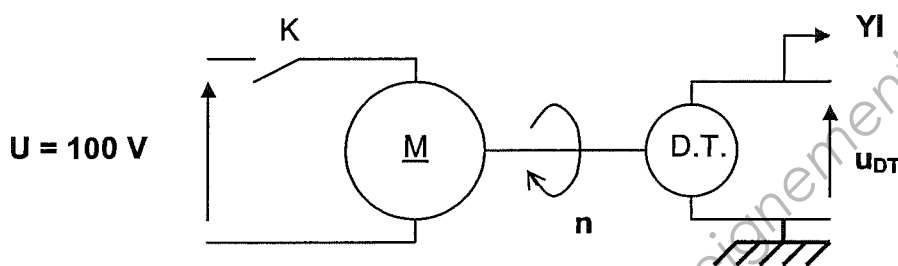
On veut observer l'évolution de la fréquence de rotation du moteur au cours du temps, à la mise sous tension.

La dynamo tachymétrique couplée à l'arbre du moteur donne l'information de la fréquence de rotation.

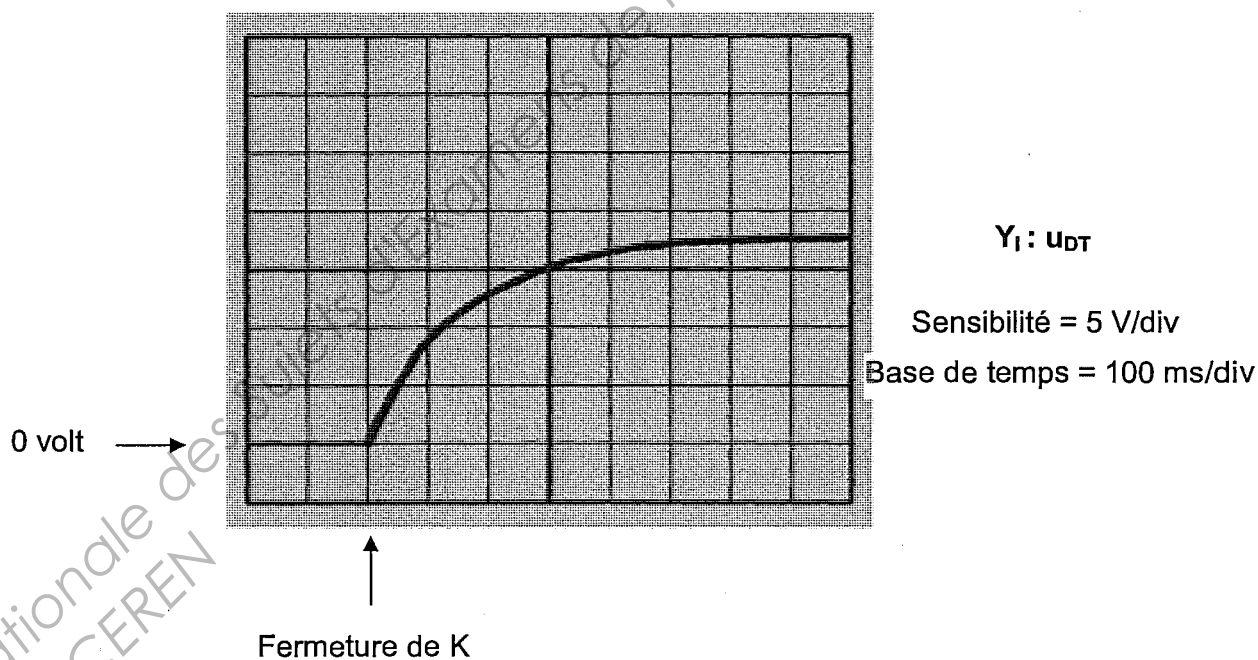
On visualise la tension u_{DT} sur la voie Y_1 d'un oscilloscope.

Pour éviter d'avoir une surintensité trop importante à la mise sous tension, on alimente le moteur sous une tension d'induit réduite $U = 100 \text{ V}$ inférieure à la valeur nominale.

Schéma :



Oscillogramme obtenu :



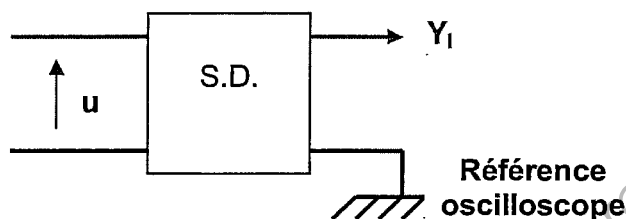
- Sachant que la constante de la dynamo tachymétrique est de $0,02 \text{ V}/(\text{tr} \cdot \text{min}^{-1})$, déterminer la fréquence finale de rotation de l'arbre du moteur, notée n_{finale} .
- Déterminer graphiquement la constante de temps τ du moteur sur le **Document réponse N°3 (page 10/10)**.
On précise que la constante de temps τ peut être définie comme étant la durée au bout de laquelle la fréquence de rotation a atteint 63 % de la fréquence finale.
- Estimer au bout de quelle durée Δt le moteur fonctionne en régime permanent.

DOCUMENT-REPONSE N°1 (à rendre avec la copie)

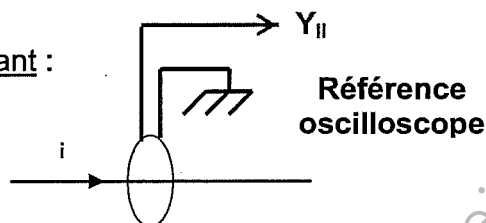
Question 1) a.

On rappelle les symboles suivants :

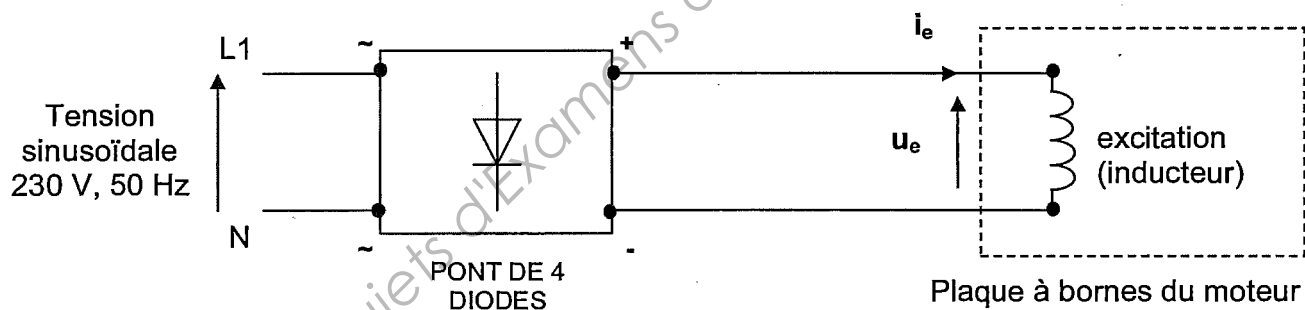
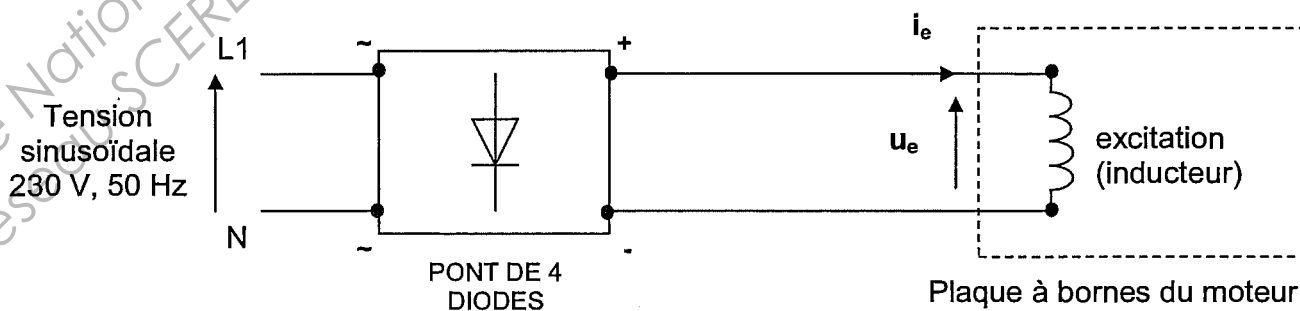
⇒ Sonde différentielle :



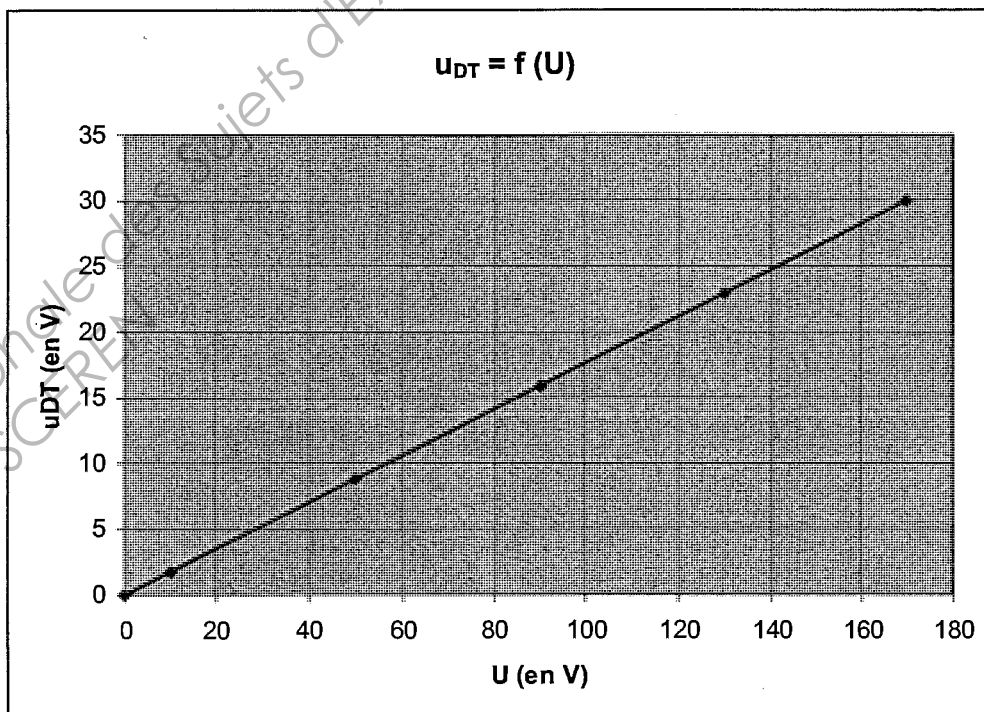
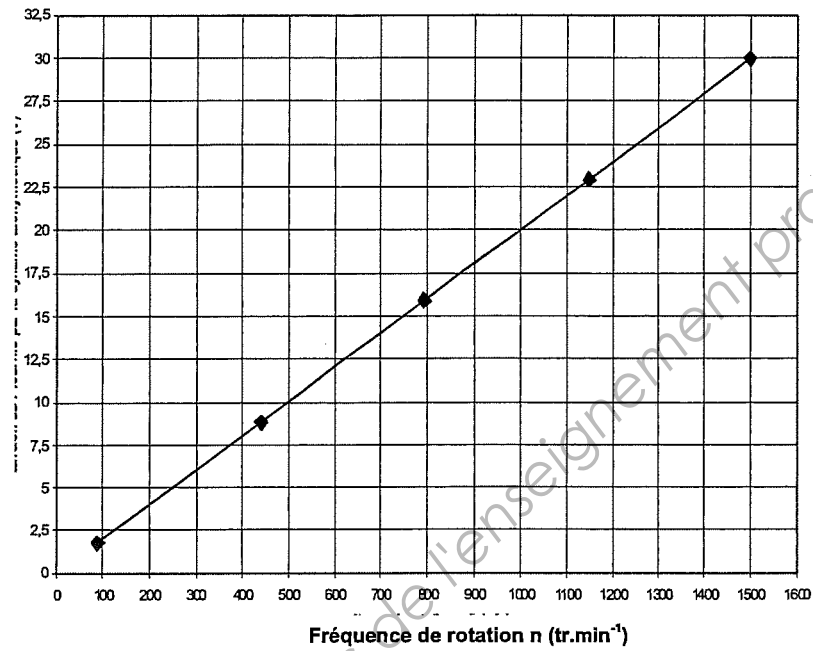
⇒ Sonde de courant :



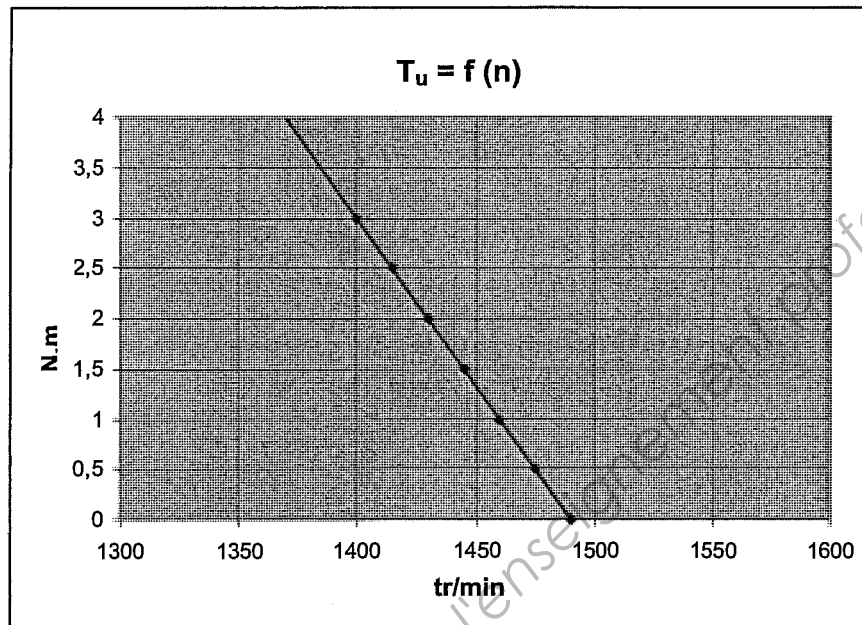
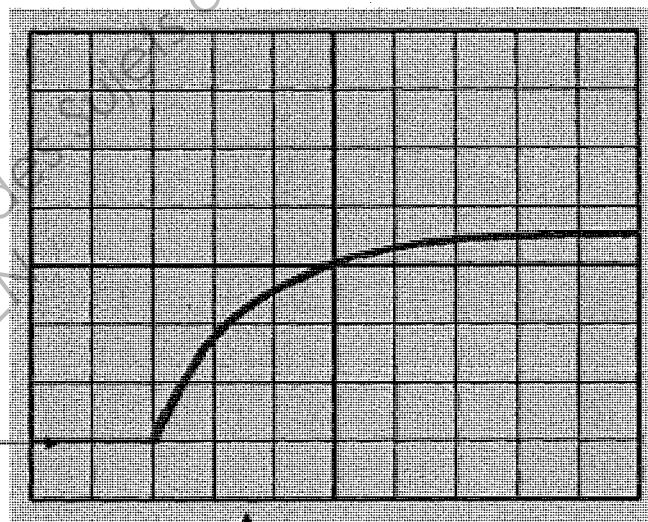
Compléter le schéma ci-dessous en utilisant les symboles donnés précédemment :

**Question 1) b4.**

DOCUMENT-REPONSE N°2 (à rendre avec la copie)

Question 3) b. et 3) c.Tension u_{DT} fournie par la dynamo (V)Caractéristique $u_{DT} = f(n)$ 

DOCUMENT-REPONSE N°3 (à rendre avec la copie)

Question 4) b1.Question 5) b. $Y_1 : u_{DT}$

Sensibilité = 5 V/div

Base de temps = 100 ms/div

0 volt

Fermeture de K