

## Essais de machines électriques en salle de physique

par J. BEAULIEU, C. FORÉ, A. HERPIN,  
Lycée Benjamin-Franklin, 45000 Orléans.

---

### RESUME.

Cet article présente un matériel prévu pour deux réalisations :  
— expériences de cours faites par le professeur,  
— et travaux pratiques pour les élèves.

Les auteurs ont animé des stages de formation de professeurs de sciences physiques enseignant en section F<sub>1</sub>, ce qui a permis de vérifier l'intérêt du matériel proposé. Pour les sections F<sub>1</sub>, il est question de créer des séances de travaux pratiques. Tous les professeurs concernés sont favorables à ce projet, à condition que ces travaux pratiques soient faits sous la seule responsabilité du professeur de sciences physiques.

Le matériel présenté dans cet article pourrait favoriser ce projet.

\*\*

L'utilisation de machines électriques, par le professeur en classe et par les élèves en T.P. est intéressante pour illustrer le cours dans les sections F où l'étude de l'électricité tient une place importante. Ces groupes de 3 kW, classiquement utilisés dans les salles d'essais, ne sont pas transportables et demandent des alimentations et des rhéostats qui ne sont pas souvent disponibles en salle de physique. C'est pourquoi nous avons été amenés à réaliser un matériel intermédiaire entre les groupes habituels des essais de machines et le petit matériel destiné seulement à montrer le principe d'un fonctionnement. Notre but était d'avoir des machines électriques faciles à transporter et à ranger, tout en étant de « vraies » machines avec un rendement convenable.

### ORIGINE DU MATERIEL.

Quelques idées pour l'approvisionnement qui est plus ou moins facile.

— peu de difficultés pour les transformateurs. Il existe un très grand choix de puissances et de rapports de transformation. On peut faire un transformateur triphasé avec trois transformateurs monophasés ;

- les alternateurs d'automobiles (il en existe de triphasés), sont des machines de bonne qualité. Ils sont capables de produire un courant d'intensité suffisamment élevé pour obliger à prendre des précautions ;
- nous n'avons pas trouvé de solution pour le moteur asynchrone triphasé ;
- au contraire, pour les machines à courant continu, il existe plusieurs possibilités. D'abord, il se fabrique des moteurs à courant continu de puissances variées. On peut aussi récupérer des accessoires d'automobile : moteurs d'essuie-glaces, dynamos (qui fonctionnent aussi bien en moteur), démarreur. Mais la solution la plus intéressante est peut-être d'utiliser des moteurs universels (perceuses, outils portatifs, certains moteurs d'électroménager). Ils sont destinés en général à fonctionner en courant alternatif mais ils peuvent faire de très bonnes machines à courant continu après quelques modifications. Fabriqués en grande série, ils sont d'un prix très intéressant, même neufs. Un moteur universel de 1 kW (puissance absorbée) coûte moins de 200 F. Nous verrons plus loin un procédé de mesure de la vitesse qui revient environ à 10 F. A comparer avec un moteur de 3 kW pour salle d'essai qui coûte 11 000 F avec sa dynamo tachymétrique.

### REALISER UN GROUPE.

Une machine seule n'offre qu'un intérêt limité.

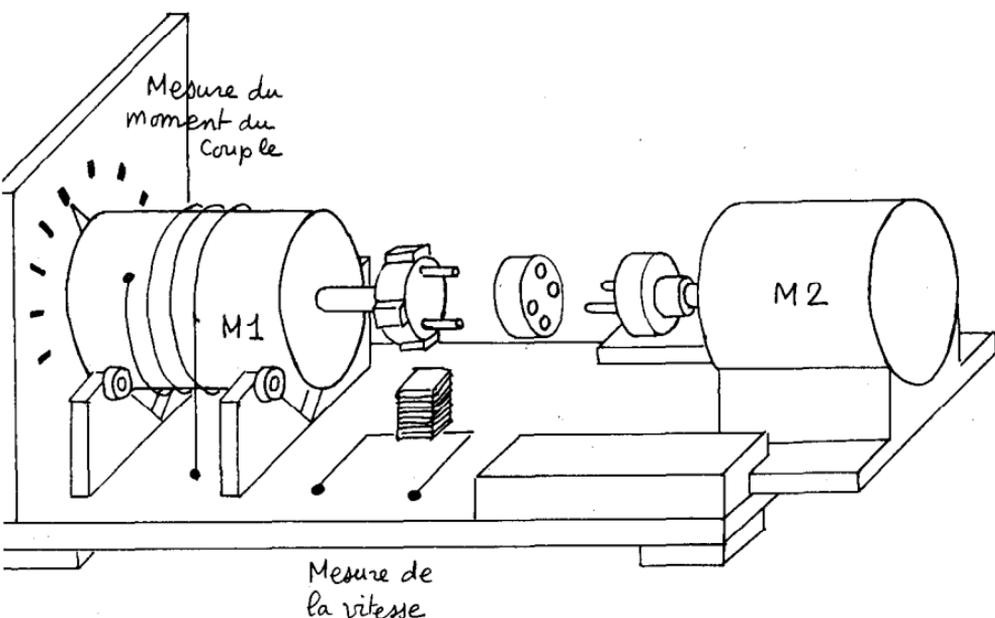
Une génératrice a besoin d'un moteur pour l'entraîner.

Un moteur a besoin d'une charge mécanique qui est souvent une génératrice débitant sur un rhéostat. Il faut aussi pouvoir mesurer la vitesse de rotation et le moment du couple. Il est en effet particulièrement intéressant d'étudier la transformation de l'énergie électrique en énergie mécanique.

En pratique, comment procéder ? Prenons l'exemple d'un banc d'essais destiné à l'étude d'une machine à courant continu de type série 120 V, 3 A (Montage page ci-contre).

M1 est le moteur à étudier. Il est monté en balance. Sa culasse peut tourner car elle est cylindrique et posée sur des roulements à billes. Un autre roulement à bille empêche M1 de se soulever et une butée l'empêche de reculer. La rotation de la culasse de M1 est limitée par un ressort (fait avec un gros fil de fer). Une aiguille solidaire de la culasse de M1 indique le moment du couple sur un cadran étalonné fixé au support. L'étalonnage a été fait moteurs débranchés en tirant avec un dynamomètre sur une ficelle enroulée autour de M1.

Le moteur M1 est accouplé à un moteur universel M2 transformé en machine à courant continu à excitation séparée.



Pour un essai en génératrice, M2 entraîne l'induit de M1. Si M1 fonctionne en moteur c'est M2 qui fonctionne en génératrice et oppose un couple résistant réglable. Le couplage des machines est fait par des pièces fabriquées au lycée, reliées par un bouchon de caoutchouc percé de quatre trous provenant d'un bocal de chimie. Ce type de montage permet d'accoupler deux à deux toutes les machines de la collection, ce qui nous a amenés à choisir des machines de puissances voisines (en moyenne 400 VA).

La vitesse est mesurée très simplement : 4 petits aimants permanents (pour fermetures magnétiques de portes) sont collés sur l'une des pièces de couplage. En tournant, ils passent devant une petite bobine fixée au support. La vitesse se lit sur le voltmètre, calibre 3 V ~, aux bornes de cette bobine. L'étalonnage est fait au stroboscope. Une résistance en série permet d'ajuster l'échelle des vitesses.

L'ensemble n'est pas très embarrassant :

5 kg ; 0,5 m × 0,3 m × 0,2 m.

### QUE PEUT-ON FAIRE AVEC DE TELLES MACHINES ?

La seule étude des propriétés des machines à courant continu demande aux élèves spécialisés (TF<sub>3</sub> puis techniciens supérieurs) environ une vingtaine de séances de trois heures. Avec ces machines portables, de 200 à 800 W, on peut faire valablement, à notre avis, plus des trois-quarts de cette étude, ce qui laisse un choix

considérable. Il ne s'agit pas de concurrencer les séances d'essais traditionnelles qui sont indispensables pour les élèves spécialisés, mais de faire des expériences là où l'on n'avait pas l'habitude d'en faire.

En particulier en  $TF_1$ , il nous semble qu'il serait possible de faire des travaux pratiques sous la direction du professeur de sciences physiques grâce aux avantages de ces groupes :

- faible coût,
  - utilisation dans la salle habituelle de T.P. de physique,
  - manipulations moins dangereuses,
  - matériel plus compact, plus facile à utiliser pour les élèves,
  - mesures plus rapides, ou plus de relevés possibles dans une séance.
-