

# LELEC1310 - Laboratoire 2

Gheysen Guillaume  
Santacatterina Simon  
Simon Benjamin  
Sluÿters Arthur

Mars 2018

## 1 Introduction

Dans le cadre du cours de convertisseurs électromagnétiques (LELEC 1310), le fonctionnement théoriques des moteurs asynchrones a été étudié en détail. L'objectif de ce laboratoire est de mettre en pratique ces connaissances dans un exercice de caractérisation d'un moteur asynchrone triphasé à cage d'écureuil.

Ce rapport présente les résultats obtenus à la suite de ce laboratoire. Il sera décrit en premier lieu le *set-up* utilisé ainsi que le circuit équivalent pour lequel il est nécessaire de déterminer les valeurs des paramètres. Les différents essais et calculs effectués pour la caractérisation du moteur seront ensuite présentés.

## 2 Set-up expérimental

### 2.1 Matériel utilisé

- Ohmmètre
- Voltmètre
- Ampèremètre
- Wattmètre
- TI avec rapports de réduction
- Capteur de couple rotatif sans balais : CR2-V2
- Moteur triphasé à cage : II C 32
- Frein à poudre : FP2
- Ventilateur : DYT A 2
- Alimentation : COMPAK40
- Appareil de mesure des grandeurs mécaniques

### 2.2 Banc de mesure et caractéristiques nominales

Les appareils de mesures ont été connectés de la même manière que pour le premier laboratoire. Le banc de mesure est représenté à la figure 1. La machine asynchrone est de mode de connection Y. Celle ci consomme une puissance active de 1.5 kW. Elle fonctionne sous une tension nominale de 400 V et un courant nominal de 3.4 A. Les caractéristiques nominales de fonctionnement sont reprises dans le tableau 1.

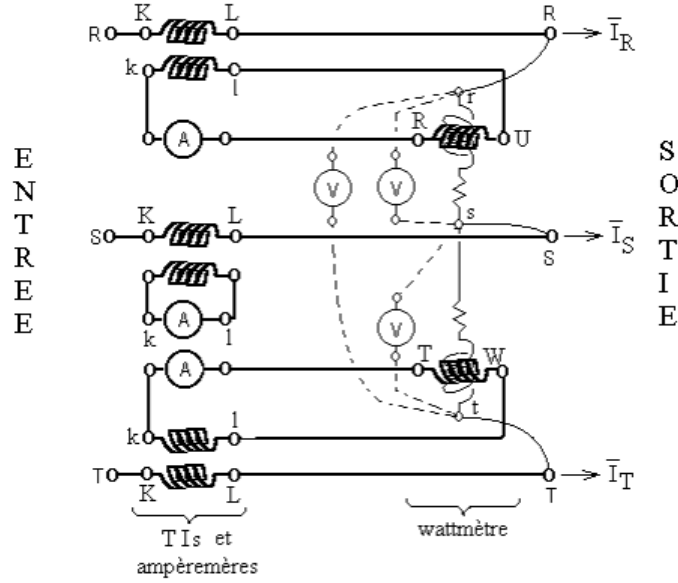


Figure 1

FIGURE 1 – Set-up des appareils de mesure

$U_N[V]$	$I_N[A]$	$P[kW]$	$f[Hz]$	$\cos(\phi)$	$I_N[tr/min]$
400	3.4	1.5	50	0.85	1423

TABLE 1 – Caractéristiques nominales de fonctionnement du circuit.

## 2.3 Circuit équivalent monophasé

Les différents essais décrits dans la suite de ce rapport vont permettre de déterminer la valeur des différents éléments composant ce circuit équivalent.

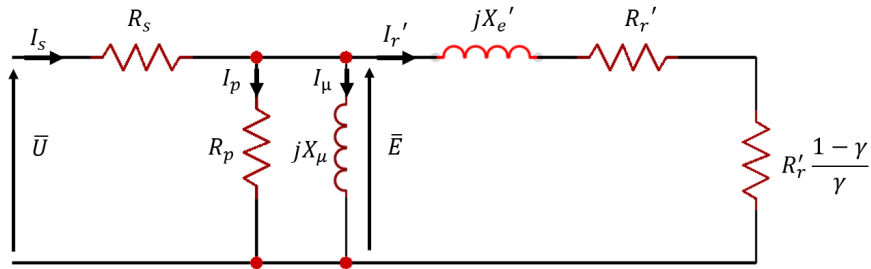


FIGURE 2 – Schéma du circuit équivalent monophasé

## 2.4 Schéma de mesure DC de la résistance $R_s$

Le schéma de la mesure est donné à la figure 3. La mesure s'effectuant en DC, les éléments du circuit dus aux champs peuvent être négligés, ceux-ci ne sont donc pas représentés.

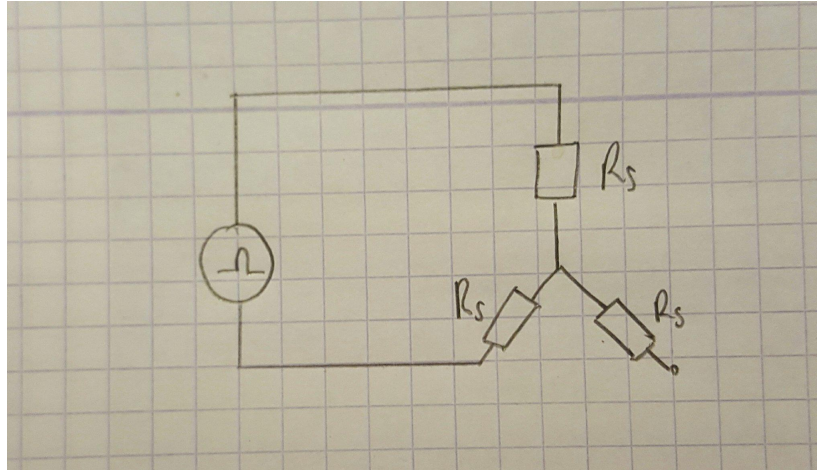


FIGURE 3 – Schéma de mesure pour la résistance  $R_s$

## 2.5 Schéma de mesure pour les essais sur le moteur

Pour les essais qui concernent le moteur, le schéma des mesures est représenté à la figure 4.

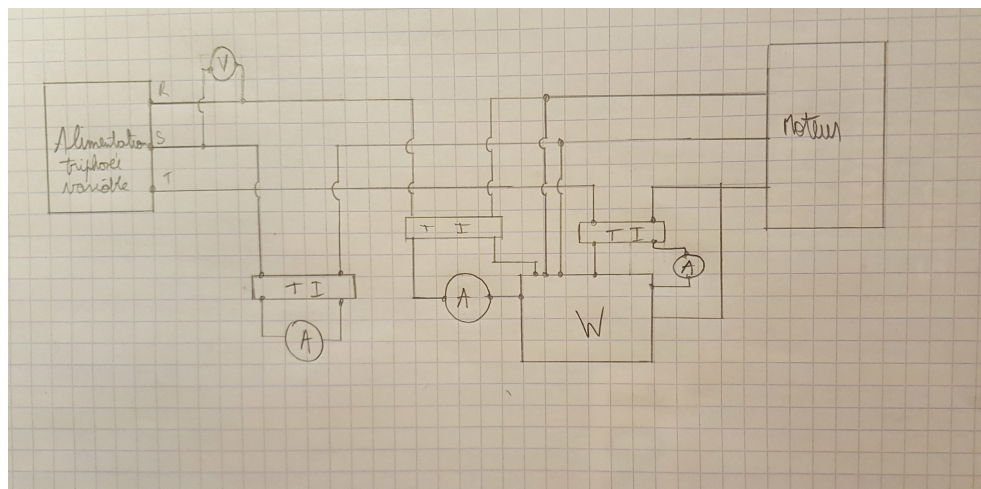


FIGURE 4 – Schéma typique de mesure sur le moteur

## 3 Mesure DC de la résistance $R_s$

L'essai s'effectue sous une alimentation DC entre deux phases et avec en charge un mode de connexion en étoile. On détermine directement la résistance  $R_s$  car tous les éléments du circuit qui sont dûs aux champs et donc au fonctionnement en régime alternatif peuvent être négligés. La mesure nous donne donc la valeur de deux résistances en série  $2R_s$ . La valeur de la résistance totale relevée sur le ohmmètre est de  $9\Omega$ . On obtient donc directement :

$$R_s = \frac{9}{2} = 4.5[\Omega]$$

## 4 Essai à rotor calé

L'essai à rotor calé est effectué en bloquant le rotor du moteur par l'application d'un couple de freinage suffisant et en alimentant son stator avec un courant proche du courant nominal (effectuer cet essai à tension nominale aurait en effet engendré un courant beaucoup trop élevé dans les enroulements du stator). Il permet de déterminer les valeurs des paramètres  $X'_e$  et  $R'_e$  du circuit équivalent.

### 4.1 Mesures

$U_{ligne}[\text{V}]$	$I_R[\text{A}]$	$P[\text{W}]$	$C_{ut}[\text{Nm}]$	$P_{ut}[\text{W}]$
80	3,383	345	1,01	0

### 4.2 Calcul des paramètres $X'_e$ et $R'_e$

Puisque le rotor est bloqué sa vitesse est de 0 et par conséquent le glissement  $\gamma$  vaut 1. On en déduit donc que la résistance  $R'_r \frac{1-\gamma}{\gamma}$  est court-circuitée. On peut alors négliger les éléments parallèles du circuit équivalent. Ces simplifications donnent le schéma équivalent simplifié suivant.

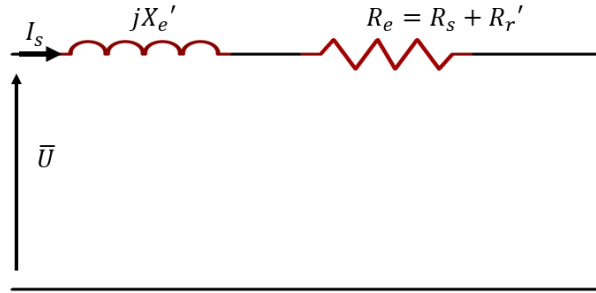


FIGURE 5 – Schéma circuit équivalent à rotor bloqué

On obtient alors le diagramme de Kapp suivant :

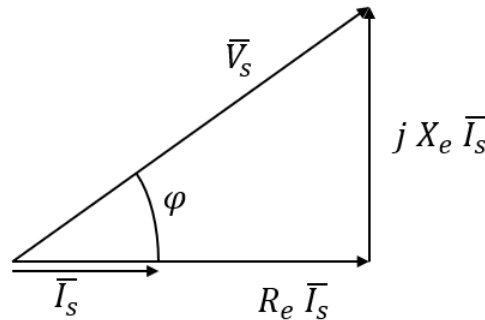


FIGURE 6 – Diagramme de Kapp à rotor bloqué

De ce diagramme on déduit :  $R_e = \frac{V_s \cos(\varphi)}{I_s}$  et  $X_e = \frac{V_s \sin(\varphi)}{I_s}$  (avec  $V_s = \frac{U_{ligne}}{\sqrt{3}}$  la tension de phase).

Il manque encore  $\cos(\varphi)$  qui est obtenu grâce à la formule  $P = 3V_s I_s \cos(\varphi)$

En remplaçant par les mesures effectuées on obtient :

$$\cos(\varphi) = 0,736$$

$$R_e = 10.046$$

$$X_e = 9.243$$

$$R'_r = R_e - R_s = 10.046 - 4.5 = 5.546$$

## 5 Essai à faible charge

L'essai en faible charge est effectué en appliquant au rotor du moteur le couple de freinage le plus faible possible, et en alimentant son stator à sa tension nominale. Il permet de déterminer les valeurs des paramètres  $X_\mu$  et  $R_p$  du circuit équivalent.

### 5.1 Mesures

$U_{ligne}[\text{V}]$	$I_R[\text{A}]$	$P[\text{W}]$	$C_{ut}[\text{Nm}]$	$P_{ut}[\text{W}]$	$C[\text{tour/min}]$
400	2,617	260	0,39	75	1469

### 5.2 Calcul des paramètres $X_\mu$ , $R_p$ et $C_p$

Comme  $R'_r \frac{1-\gamma}{\gamma}$  est grand (voir plus bas)  $X_\mu$  peut être négligé. On a alors la branche de droite qui est entièrement résistive ce qui facilitera les calculs par la suite. On a donc le schéma équivalent suivant.

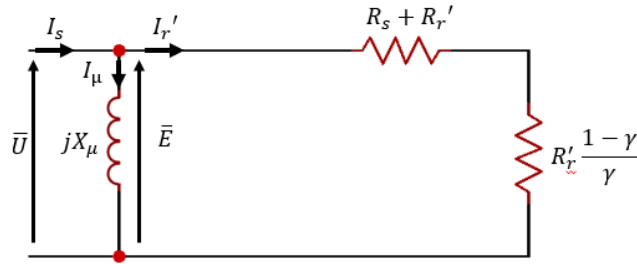


FIGURE 7 – Schéma circuit équivalent à faible charge

On obtient donc le diagramme de Kapp suivant :

$$\text{On a alors } X_\mu = \frac{V_s}{I_s \sin(\varphi)}$$

En remplaçant par les mesures effectuées on obtient :

$$\cos(\varphi) = 0.143$$

$$X_\mu = 89.180$$

## 6 Essai en charge

L'essai en charge s'effectue en appliquant au rotor du moteur un couple variable, tout en alimentant son stator avec sa tension nominale. Il permet de déterminer les caractéristiques couple/vitesse, courant statorique/vitesse et  $\cos(\varphi)$ /vitesse.

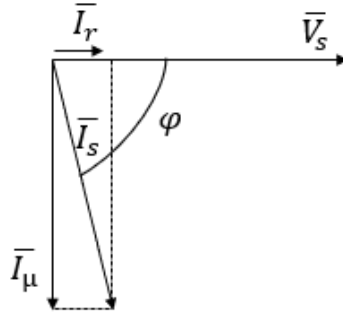


FIGURE 8 – Diagramme de Kapp à faible charge

## 6.1 Mesures

$U_{ligne}[V]$	$I_R[A]$	$P[W]$	$C_{ut}[Nm]$	$P_{ut}[W]$	$C[tour/min]$
400	3,357	1600	8,62	1305	1413
400	3,21	1450	7,78	1184	1418
400	3,15	1320	6,94	1065	1424
400	2,977	1180	6,14	945	1431
400	2,87	1050	5,34	828	1436
400	2,757	900	4,54	704	1443
400	2,603	650	2,94	463	1453
400	2,567	400	1,39	227	1463

## 6.2 Caractéristique couple/vitesse

Sur la figure 9 peut être observé la caractéristique couple vitesse du moteur. Il est observable que plus le couple augmente, plus la vitesse diminue. Cela est dû au fait que la vitesse est inversement proportionnel au couple. La courbe obtenue semble donc correspondre à la théorie.

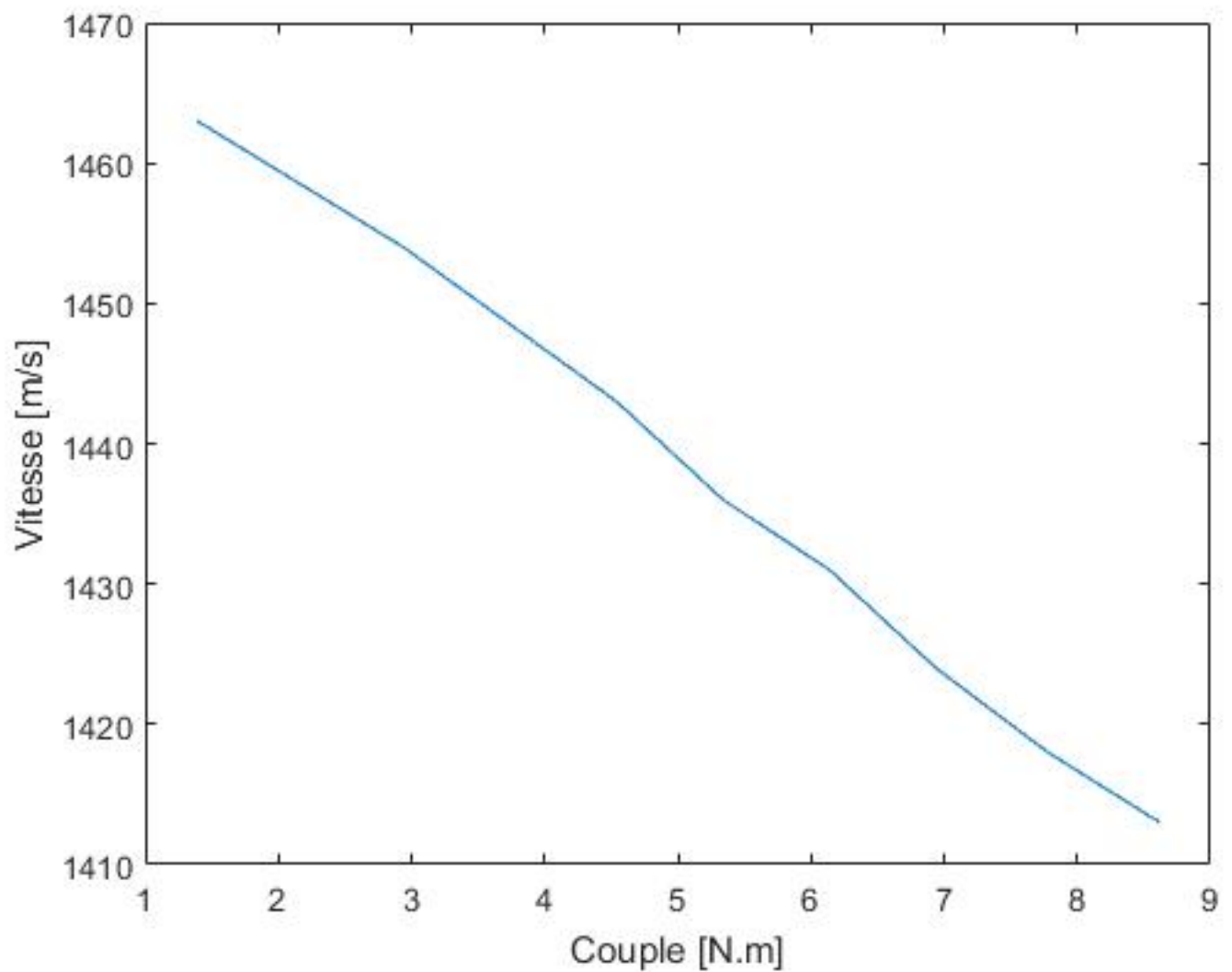


FIGURE 9 – Caractéristique couple vitesse

### 6.3 Caractéristique courant statorique/vitesse

La caractéristique courant statorique/vitesse du moteur peut être observée sur la figure 10. La tendance générale observable est que la vitesse diminue au fur et à mesure que le courant statorique augmente.

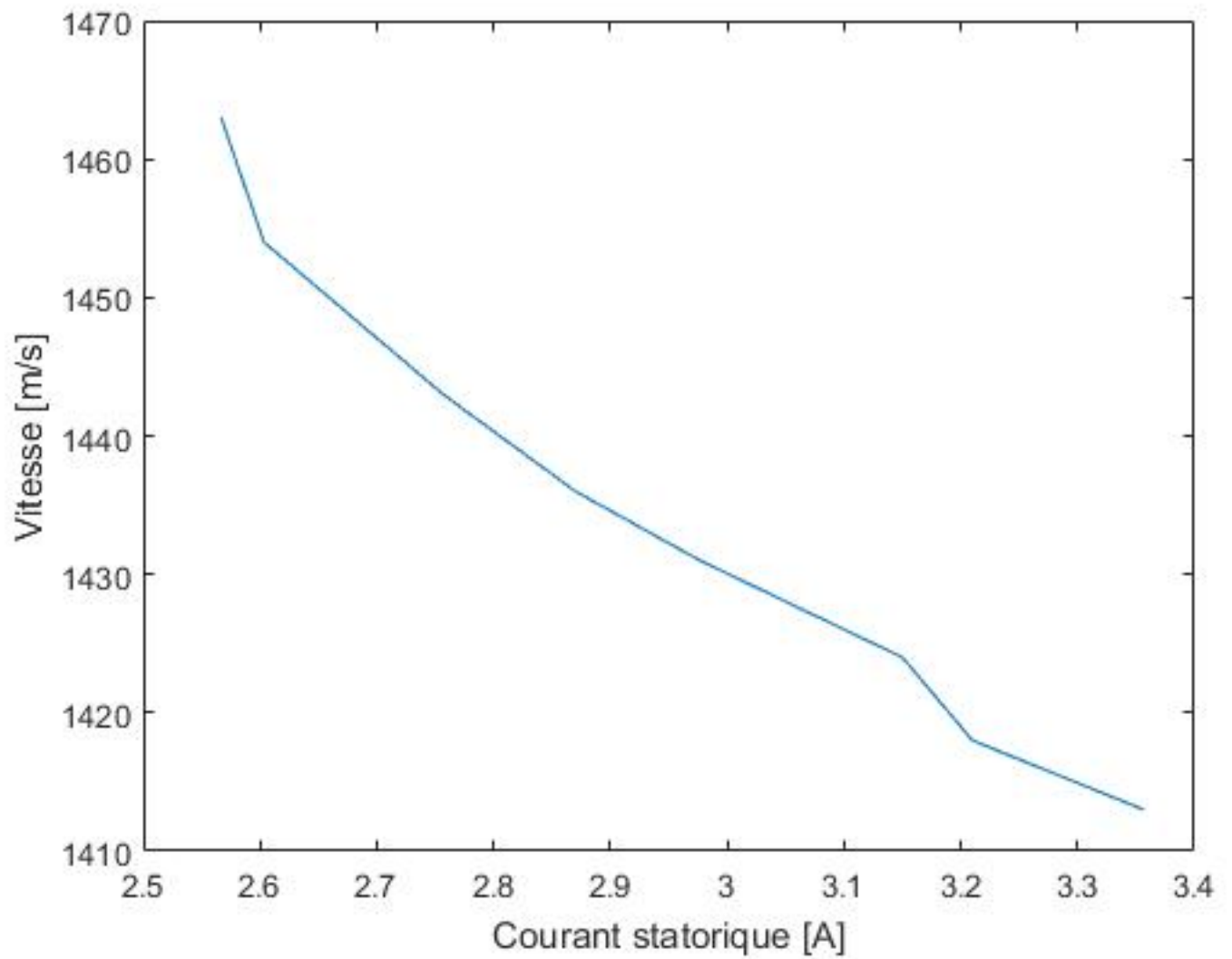


FIGURE 10 – Courbe du courant statorique/vitesse

#### 6.4 Caractéristique $\cos(\varphi)$ /vitesse

La caractéristique  $\cos(\varphi)$ /vitesse de notre moteur peut être observée sur la figure 11. Il est visible que la vitesse diminue au fur et à mesure que  $\cos(\varphi)$  augmente.



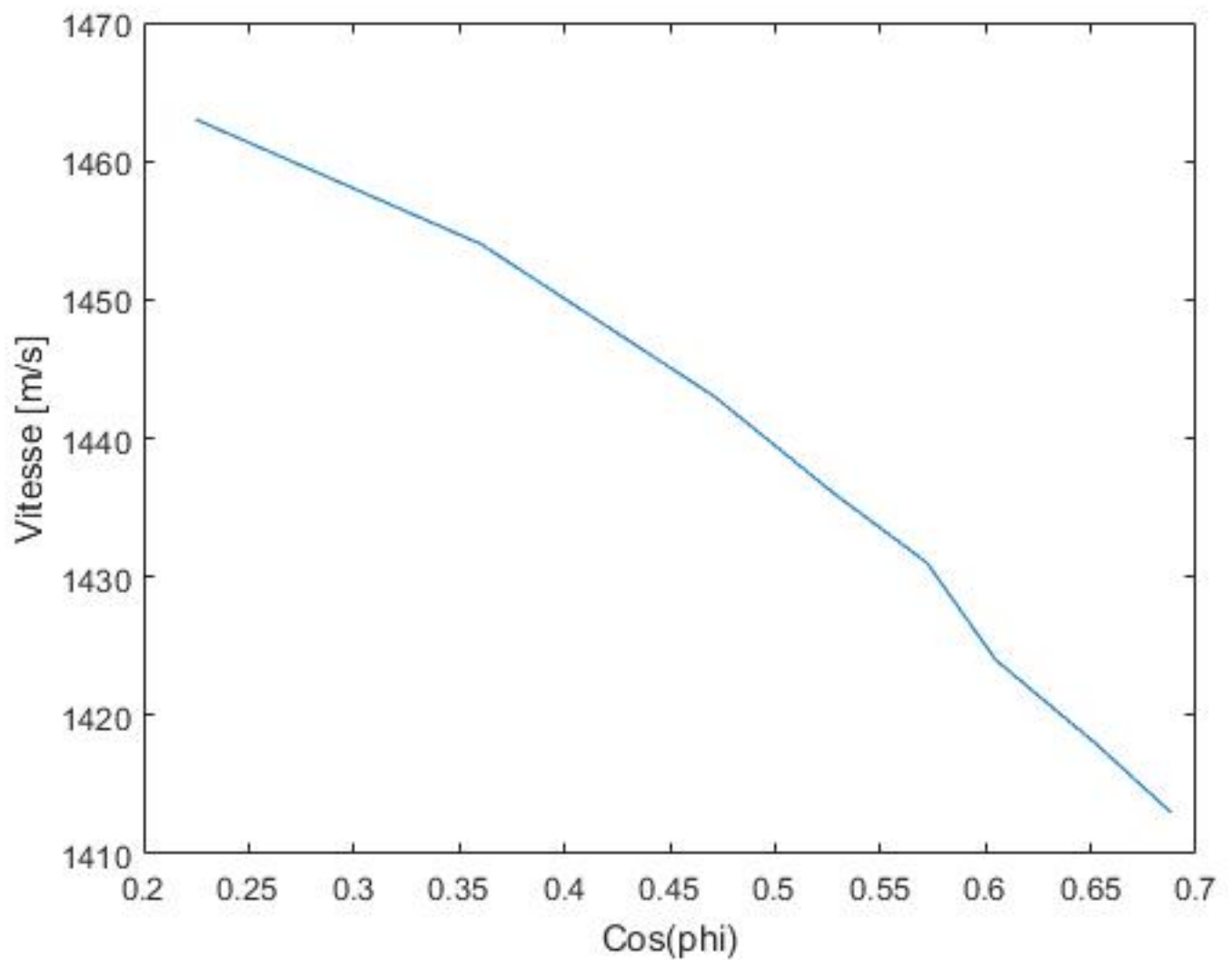


FIGURE 11 – Courbe de  $\cos(\varphi)$ /vitesse

## 7 Conclusion

Au cours de ce rapport le fonctionnement d'un moteur asynchrone a été abordé. Il a été question de déterminer, sur base des résultats expérimentaux et des connaissances théoriques acquises, ses caractéristiques DC, à rotor calé, à faible charge et en charge. Cela a donc permis d'expérimenter le fonctionnement d'un moteur asynchrone et de pouvoir voir les effets réels de celui-ci.