# Compte rendu TP8

Approche expérimentale des MAS et MCC

### Sommaire :

1. Préambule quant à l’expérimentation
2. Réponses aux questions

## I Préambule quant à l’expérimentation :

Comme figurée dans l’annexe contenant nos valeurs, notre couple mètre, pour la vitesse de rotation des rotors, mesurait deux valeurs correspondant à priori à la vitesse de rotation près du rotor de la MAS (que nous avons nommé Ωbleu) et à la vitesse de rotation près du rotor de la MCC (que nous avons nommé Ωvert). En théorie ces deux valeurs devrait être presque identiques.

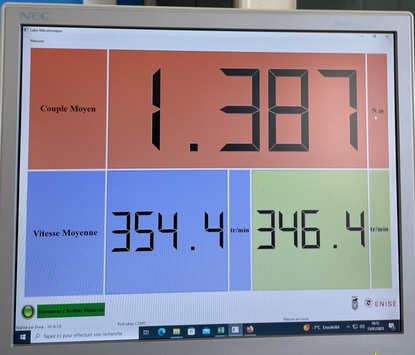


Figure 1 : Affichage du Couple mètre

On remarque cependant que pour une faible vitesse de rotation (environ Ωbleu < 120 tour/min) la variation de vitesse de rotation mesurée et l’écart entre Ωvert et Ωbleu était tel qu’il nous été difficile d’obtenir des mesures précises. Ainsi nous avons choisis de faire nos mesures pour Ωbleu > 120 tour/min.

Malgré cela, la variation affichée par l’appareil n’étant pas toujours négligeable nous avons distingué les valeurs données par l’instrument en bleu et celui en vert dans tous nos relevés de mesures afin de pouvoir analyser cette différence. De plus nous avons décidé de calculer l’incertitude sur ses mesures en prenant la différence entre la valeur maximal et la valeur minimal atteinte afin d’obtenir une incertitude, élevée mais raisonnable compte tenue des variations.

## II Réponses aux questions :



Figure 2 : Voltmètre utilisé pour mesurer E

Pour mesurer la force contre électromotrice E, on mesure la tension aux bornes de l’induit de la MCC et ce grâce au voltmètre de la figure 2 :

La valeur est unique et précise à 0.1V près d’où notre incertitude sur E.

La vitesse de rotation du moteur Ω est quant à elle été mesurée par le couple mètre.

Pour Ω la valeur est unique et précise à 0.1 tr/min près cependant nos mesures variant beaucoup nous avons estimé plus prudent de prendre un intervalle bien plus grand pour son incertitude.

Pour son calcul nous avons pris sa plus haute valeur atteinte moins la valeur la plus basse atteinte, on obtient alors une incertitude estimée. Il est important de noter que les mesures ont été faites à vitesse de rotation suffisamment haute pour éviter de fortes variations de tour par minutes. En effet notre outil de mesures variait fortement notamment à basse vitesse de rotation comme dit précédemment. Il a donc été décidé de commencer nos mesures pour des vitesse de rotation supérieur à 120 tr/min.

On a alors pu effectuer les mesures suivantes à vide et à tension de l’inducteur fixé à120V ;

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| E (en V) | Incertitude de E (en V) | Ω BLEU (en tr/min) | Ω BLEU (en rad/s) | Incertitude Ω BLEU | Ω VERT (en tr/min) | Ω VERT (en rad/s | Incertitude Ω VERT |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15,4 | 0.1 | 137 | 14.4 | 21 tr/min ; 2,2 rad/s | 167 | 17.6 | 22 tr/min, 2.3 rad/s |
| 23 | 0.1 | 235 | 24.7 | 15 tr/min, 1,6 rad/s | 232 | 24.4 | 14 tr/min,  1.5 rad/s |
| 32 | 0.1 | 322 | 33.8 | 13 tr/min, 1.4 rad/s | 316 | 33.1 | 12 tr/min,  1.3 rad/s |
| 47,3 | 0.1 | 465 | 48.8 | 9 tr/min 1.0 rad/s | 464 | 48.6 | 9 tr/min,  1.0 rad/s |
| 56,5 | 0.1 | 556 | 58.3 | 7 tr/min, 0.7 rad/s | 555 | 58.1 | 8 tr/min,  0.8 rad/s |
| 66,3 | 0.1 | 652 | 68.3 | 8 tr/min, 0.8 rad/s | 651 | 68.2 | 6 tr/min,  0.6 rad/s |
| 73,8 | 0.1 | 726 | 76.0 | 4 tr/min 0.4 rad/s | 726 | 76.0 | 7 tr/min,  0.7 rad/s |
| 79,9 | 0.1 | 785 | 82.3 | 6 tr/min, 0.6 rad/s | 785 | 82.2 | 6 tr/min,  0.6 rad/s |
| 92,5 | 0.1 | 909 | 95.2 | 5 tr/min, 0.5 rad/s | 909 | 95.2 | 4 tr/min,  0.4 rad/s |

On a alors tracé les graphes suivants :Une image contenant texte, ligne, Tracé, diagramme

Description générée automatiquement

On a alors pour Ω BLEU en fonction de E les valeurs suivantes avec la méthode de Monte Carlo suivant un modèle affine, y=ax+b, a est le coefficient directeur et b est l’ordonnée à l’origine :

a =0.9 ±0.0499 tr/(min.V)

b =0.101 ± 0.001 tr/min

Une image contenant texte, ligne, Tracé, diagramme

Description générée automatiquement

Et on a alors pour Ω VERT en fonction de E les valeurs suivantes avec la méthode de Monte Carlo suivant un modèle affine, y=ax+b, a est le coefficient directeur et b est l’ordonnée à l’origine :

a =0.9± 0.619 tr/(min.V)

b =0.103 ± 0.001 tr/min

On observe pour que les deux mesures, bleu et verte se rapproche d’une fonction linéaire, il existe cependant un écart entre les deux coefficients directeur sans doute lié à l’écart entre les deux mesures.

On sait pour une MCC on a E=φ Ω avec φ une constante propre au moteur, on devrait donc, en théorie avoir une dépendance linéaire entre E et Ω. Expérimentalement on obtient un tracé qui se rapproche fortement d’une telle dépendance. (Que ce soit pour Ω BLEU ou Ω vert)

Pour la suite Rcharge  sera fixé à différentes valeurs, successivement 0, 200W et 800W. On va continuer de mesurer la vitesse de rotation comme auparavant (toujours avec la tension de l’inducteur à 120V), en mesurant également leurs incertitudes. On va aussi mesurer ω, la vitesse de rotation du champ B du stator à l’aide de la tension en sortie du variateur, celui-ci produisant une tension de pulsation ω. Grace au spectre de ce signal on obtient sa fréquence (et donc aussi sa vitesse de rotation) mais aussi son incertitude. On l’obtient en mesurant la largeur du pic que l’on divise par deux. (Nos captures d’écran de l’oscilloscope ne se sont pas enregistrées, nous ne pouvons donc pas illustrer cette incertitude)

On a alors les résultats suivants :

Dans chaque colonne correspondante a Ω, les deux valeurs correspondes respectivement à la valeur du couple mètre bleu puis vert, les deux valeurs ayant été relevé du a un fort écart. La fréquence correspond à chaque fois à la fréquence de rotation du champdans la MAS.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| R=0 |  |  | R=200W |  |  | R=800W |  |
| Fréquence de B en Hz | **Ω en tour par min** |  | **f en Hz** | **Ω en tour par min** |  | **f en Hz** | **Ω en tour par min** |
| 5,1 | 160 et 187 |  | 6,5 | 215 et 211 |  | 6,3 | 200 et 201 |
| 10 | 291 et 305 |  | 9,9 | 309 et 306 |  | 11 | 304 et 303 |
| 16 | 460 et 465 |  | 15,4 | 470 et 468 |  | 17,9 | 493 et 492 |
| 20,7 | 621 et 624 |  | 18,9 | 565 et 564 |  | 22,2 | 635 et 634 |
| 20,6 | 750 et 751 |  | 21,6 | 705 et 706 |  | 26,3 | 762 et 762 |
| 32,4 | 976 et 976 |  | 29,6 | 873 et 873 |  | 30,6 | 916 et 916 |

On calcul alors le glissement de la machine asynchrone g :

Ainsi que son incertitude :

En fonction de la vitesse de rotation de et de Ω la vitesse de rotation de l’arbre de transmission. (On note B la norme du champ magnétique)

L’incertitude pour les vitesses de rotation est mesurée comme à l’étape précédente, prenant la plus élevée et la plus faible des valeurs atteintes a cause de la très grande variation de nos mesures. Pour la vitesse de rotation du champ magnétique dans la MAS, le mesure ayant été effectué sur l’oscilloscope à l’aide d’une transformée de Fourier, nous avons pris la largeur du pic divisé par 2 afin d’avoir l’incertitude de la mesure.

On obtient alors les valeurs suivantes :

(Pour Rcharge=0W)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ω en rad/s  (Bleu) | Incertitude de Ω(bleu) en rad/s | Ω en rad/s  (Vert) | Incertitude de Ω(vert) en rad/s | Vitesse de rotation de B en rad/s | Incertitude de B en rad/s | Valeur de g | Incertitude de g |
| 16.8 | 2.1 | 19.6 | 1.9 | 32.0 | 0.10 | 0.477 | 0.084 |
| 30.5 | 1.4 | 32.0 | 1.3 | 62.8 | 0.13 | 0.515 | 0.067 |
| 48.2 | 1.1 | 49.0 | 1.0 | 100.5 | 0.10 | 0.520 | 0.049 |
| 65.0 | 0.9 | 65.3 | 0.9 | 130.0 | 0.15 | 0.500 | 0.075 |
| 78.5 | 0.4 | 78.6 | 0.5 | 129.4 | 0.14 | 0.393 | 0.085 |
| 102.2 | 0.2 | 102.2 | 0.3 | 203.6 | 0.10 | 0.465 | 0.054 |

On a ensuite puis tracé un graphe qui représente alors le glissement fonction de la vitesse de rotation B du stator.

Une image contenant ligne, diagramme, Tracé, Parallèle

Description générée automatiquement

(Pour Rcharge=200W)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ω en rad/s  (Bleu) | Incertitude de Ω(bleu) en rad/s | Ω en rad/s  (Vert) | Incertitude de Ω(vert) en rad/s | Vitesse de rotation de B en rad/s | Incertitude de B en rad/s | Valeur de g | Incertitude de g |
| 22.5 | 1.9 | 22.1 | 1.8 | 40.8 | 0.15 | 0.448 | 0.095 |
| 32.4 | 1.3 | 32.0 | 1.4 | 62.2 | 0.14 | 0.479 | 0.076 |
| 49.3 | 1.1 | 49.0 | 1.0 | 96.8 | 0.10 | 0.490 | 0.052 |
| 59.2 | 1.0 | 59.1 | 1.0 | 118.8 | 0.15 | 0.501 | 0.075 |
| 73.8 | 0.5 | 73.9 | 0.5 | 135.7 | 0.14 | 0.456 | 0.076 |
| 91.4 | 0.3 | 91.5 | 0.2 | 185.9 | 0.13 | 0.508 | 0.064 |

Une image contenant ligne, diagramme, Tracé, Parallèle

Description générée automatiquement

(Pour Rcharge=800W)

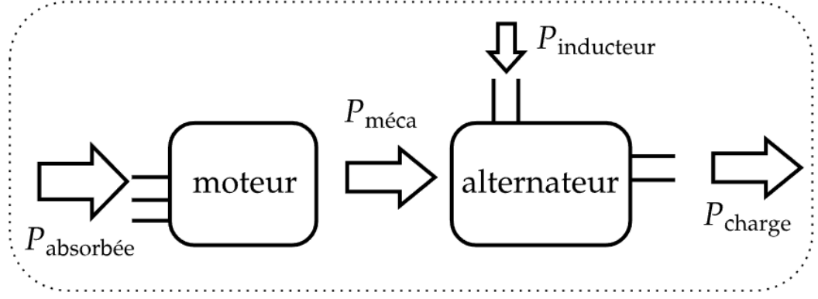
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ω en rad/s  (Bleu) | Incertitude de Ω(bleu) en rad/s | Ω en rad/s  (Vert) | Incertitude de Ω(vert) en rad/s | Vitesse de rotation de B en rad/s | Incertitude de B en rad/s | Valeur de g | Incertitude de g |
| 21.0 | 1.9 | 21.1 | 1.8 | 39.6 | 0.14 | 0.470 | 0.088 |
| 31.2 | 1.4 | 31.7 | 1.5 | 69.1 | 0.13 | 0.548 | 0.063 |
| 51.7 | 1.0 | 51.6 | 1.4 | 112.5 | 0.15 | 0.540 | 0.070 |
| 66.6 | 0.8 | 66.5 | 0.7 | 139.5 | 0.12 | 0.522 | 0.058 |
| 79.9 | 0.4 | 79.9 | 0.4 | 165.2 | 0.10 | 0.517 | 0.048 |
| 96.0 | 0.3 | 96.0 | 0.3 | 192.3 | 0.14 | 0.500 | 0.070 |

Une image contenant ligne, diagramme, Tracé, Parallèle

Description générée automatiquement

Pour mesurer le rendement de notre machine, nous avons mesurer la puissance en entrée de notre MAS, PMAS en mesurant la tension et l’intensité sur notre variateur. Aussi un wattmètre sur l'alimentation de l'inducteur, PMCC a été branché afin de mesurée la deuxième puissance fournie à la MCC. Enfin nous avons installé un dernier appareil sur l'induit de la MCC afin de mesurer la puissance utile, soit Pcharge. On a alors la formule du rendement (puissance utile sur puissance couteuse) :

Pour résumé nous avons dans le schéma des puissances suivant :



On obtient alors le tableau de valeurs suivantes pour les rendements à une charge Rcharge =0, Rcharge =200W, Rcharge =400W, Rcharge = 600W, Rcharge =800W :

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| % de Rcharge (4 000 W) | Pmas (en W) | Incertitude  Pmas (en W) | Pmcc (en W) | Incertitude  Pmcc (en W) | Pcharge(en W) | Incertitude  Pcharge (en W) |  | À Ω fixé = 420 tr/min | |
| 0 (0W) | 63 | 1 | 30.0 | 0.1 | 18 | 1 |  | Alimentation de la MCC en dc 103,4 V | |
| 5 (200W) | 68 | 1 | 29,9 | 0.1 | 23 | 1 |  |  |  |
| 10 (400W) | 70 | 1 | 29,9 | 0.1 | 28 | 1 |  |  |  |
| 15 (600W) | 78 | 1 | 29,7 | 0.1 | 31 | 1 |  |  |  |
| 20 (800W) | 82 | 1 | 29,7 | 0.1 | 38 | 1 |  |  |  |

On a mesuré les incertitudes de chaque puissance en utilisant le dernier digit de nos appareils de mesure comme source d’incertitude. On a donc pour les mesures de puissance Pmas et Pcharge utilisé les appareils ci-dessous précis à 1W près :

Une image contenant appareil, texte, compteur, Instrument de mesure

Description générée automatiquementUne image contenant texte, Instrument de mesure, Appareils électroniques, compteur

Description générée automatiquement

De même pour la mesure de Pmcc apporté à la MCC nous avons utilisé le Wattmètre bleu précis au dixième de Watt :

Une image contenant appareil, compteur, Appareils électroniques, texte

Description générée automatiquement

D’où nos incertitudes concernant nos mesures.

Nous avons également calculé l’incertitude sur le rendement :

D’où nos valeurs suivantes :

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| % de Pcharge (4 000 W) | Rendement | Incertitude sur le rendement |
| 0 | 0.19 | 0.01 |
| 5 | 0.23 | 0.01 |
| 10 | 0.28 | 0.01 |
| 15 | 0.39 | 0.01 |
| 20 | 0.34 | 0.009 |

Une image contenant texte, ligne, Tracé, diagramme

Description générée automatiquement

Pcharge

Pcharge

On peut donc observer que le rendement augmente lorsque Pcharge augmente (presque linéairement). Le rendement est globalement faible, ce qui est peut-être dû aux pertes par effet joule ou encore aux frottements. On peut alors proposer un model affine de la forme avec b l’ordonnée a l’origine de valeur b=0.19±0.01 et de coefficient directeur a=0.00075±0.00019 W-1

Interprétation :

Au début, la majorité de l'énergie est "perdue" car la machine tourne à vide (juste quelques frottements). Mais quand on augmente la charge, la machine reçoit donc une contrainte et donc la puissance utile augmente. Une plus grande part de l'énergie absorbée est transformée en énergie utile, donc le rendement s'améliore.

Enfin, à vide on a mesuré la tension dans l’induit en fonction de la vitesse de rotation avec iinducteur MCC=0, on a alors obtenu les valeurs suivantes :

(Les valeurs de Ω correspondent respectivement à la mesure bleu et verte)

La tension dans l’induit de la MCC étant mesuré avec voltmètre bleu, l’incertitude est de 0,1V (dernier digit).

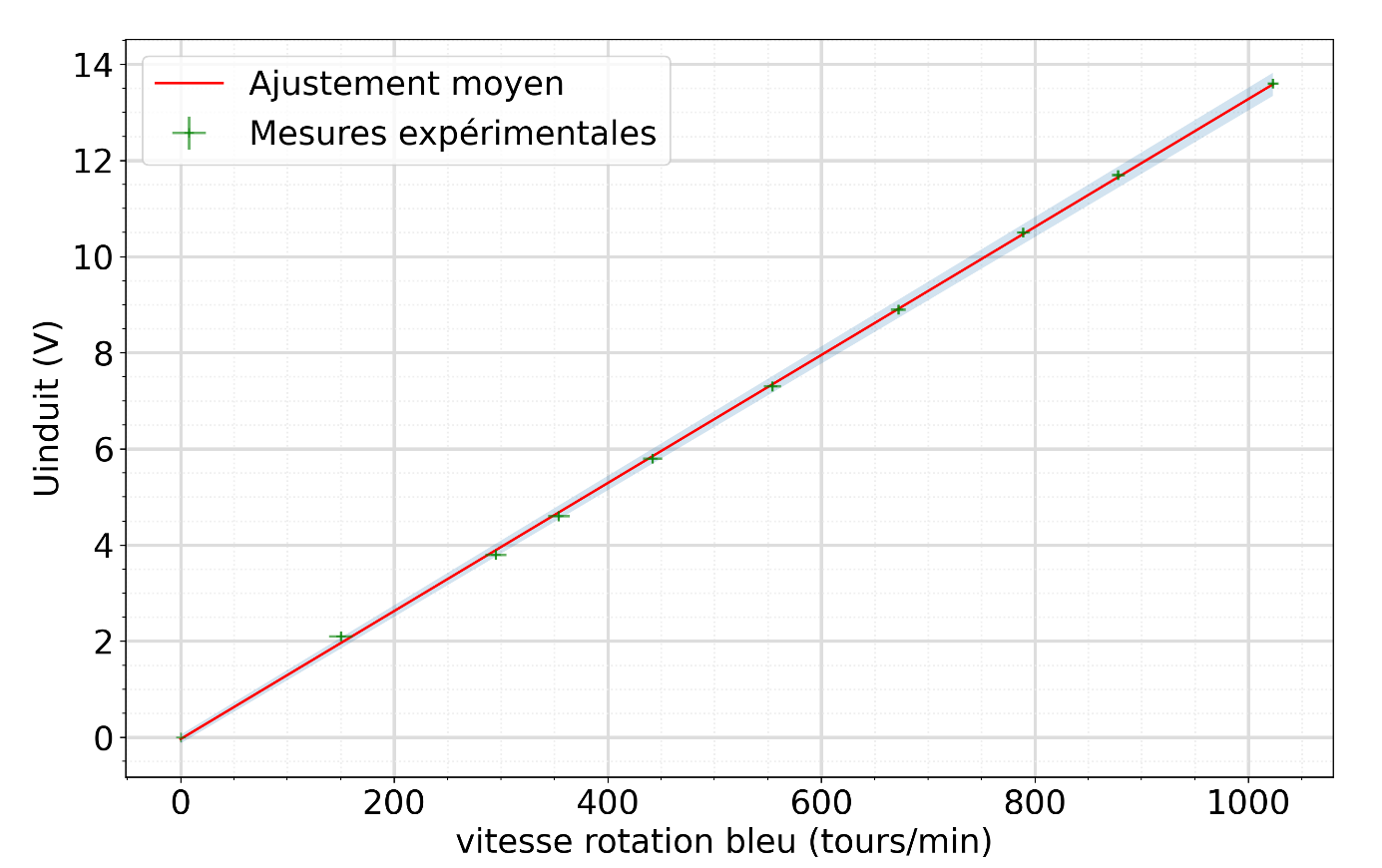
Pour l’incertitude de la vitesse de rotation, nous avons pris sa plus haute valeur atteinte moins la valeur la plus basse atteinte, on obtient alors une incertitude estimée.

Nos obtenons alors les valeurs suivantes :

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Uinduit  (en V) | Incertitude de U (en V) | Ω bleu (En tour/min) | Incertitude Ω bleu (En tour/min) | Ω vert (En tour/min) | Incertitude Ω vert (En tour/min) |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2,1 | 0,1 | 150 | 11 | 178 | 11 |
| 3,8 | 0,1 | 295 | 10 | 290 | 10 |
| 5,8 | 0,1 | 442 | 9 | 436 | 9 |
| 7,3 | 0,1 | 554 | 8 | 551 | 8 |
| 8,9 | 0,1 | 672 | 7 | 672 | 7 |
| 10,5 | 0,1 | 789 | 6 | 788 | 6 |
| 11,7 | 0,1 | 878 | 6 | 877 | 6 |
| 13,6 | 0,1 | 1023 | 5 | 1023 | 5 |
| 4,6 | 0,1 | 354 | 10 | 347 | 8 |

On obtient donc les graphes suivants :

Pour Ω bleu :

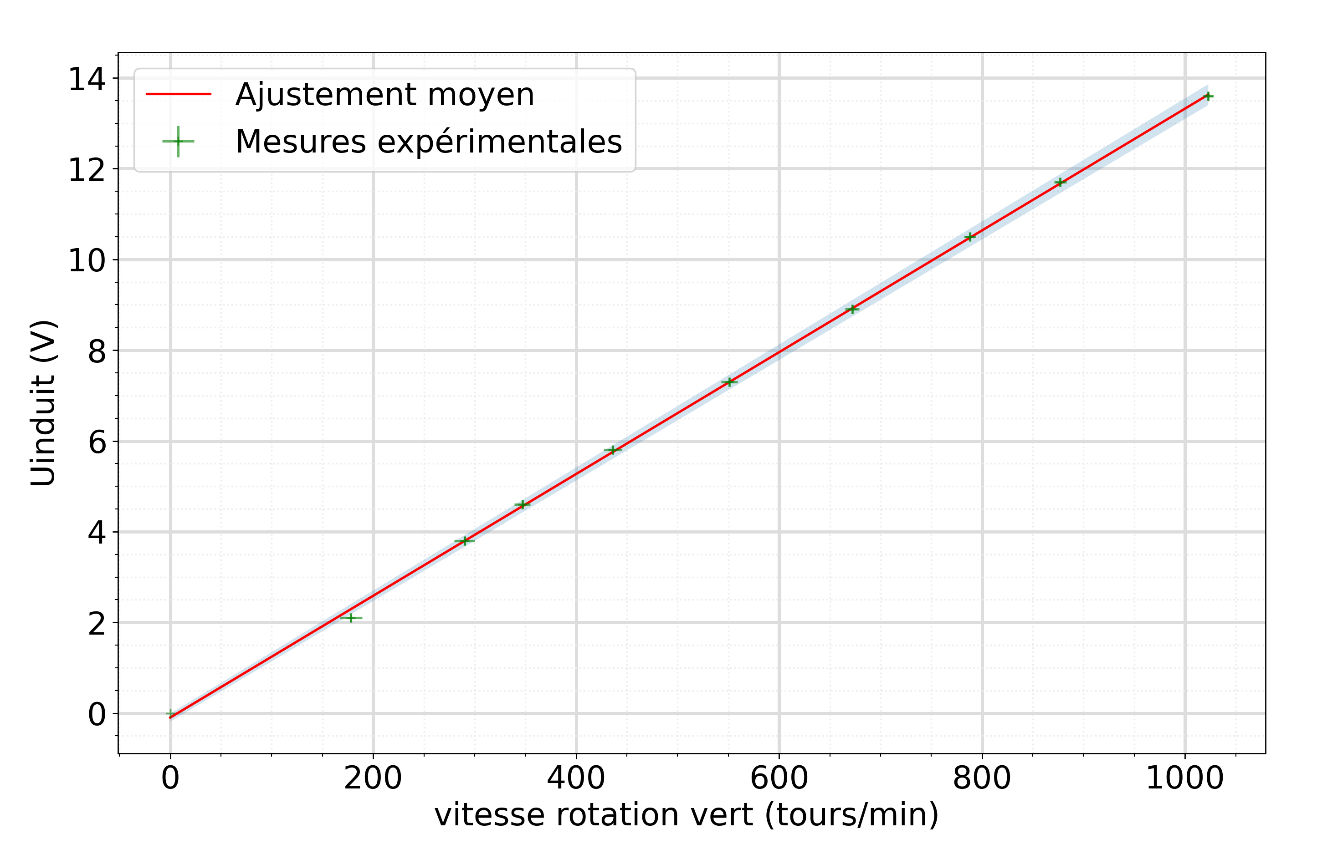


On a les valeurs suivantes avec la méthode de Monte Carlo suivant un modèle affine, y=ax+b, a est le coefficient directeur et b est l’ordonnée a l’origine :

a =0.09± 0.036 V/tours/min

b =0.013 ± 0.0001V

Pour Ω vert :



Les valeurs suivantes avec la méthode de Monte Carlo suivant un modèle affine, y=ax+b, a est le coefficient directeur et b est l’ordonnée a l’origine :

a =0.09 ± 0.088 V/tours/min

b =0.013 ± 0.0001V

Interprétation :

On observe donc dans les deux cas une progression linéaire de la tension induite de la MCC en fonction de la vitesse de rotation. Malgré le fait que Iinducteur dans la MCC soit nul, on observe une tension non nulle dans l’induit.

Si dans l’inducteur un ferromagnétique est utilisé pour concentrer le champ magnétique produit (peut être dans les bobines), en temps normal on peut alors faire l’hypothèse suivante :

Comme nous avons pu voir dans le TP précédant sur les ferromagnétiques, lorsqu’un matériau ferromagnétique reçoit un fort champ magnétique puis que ce champ est coupé, le matériau garde un moment magnétique plus faible. Il existe donc encore un champ magnétique qui va passer dans l’induit et qui par la loi de faraday va créer une tension dans l’induit.

Or U=−dΦB/dt avec ΦB= avec n qui donne la direction de l’induit,  
Φ=∬SB→⋅n→dS  
Φ=∬SB→⋅n→dS  
Φ=∬SB→⋅n→dS

On a donc ΦB qui va augmenter lorsque l’induit va tourner car va tourner avec et donc va permettre d’augmenter le champ B traversant la spire de l’induit.

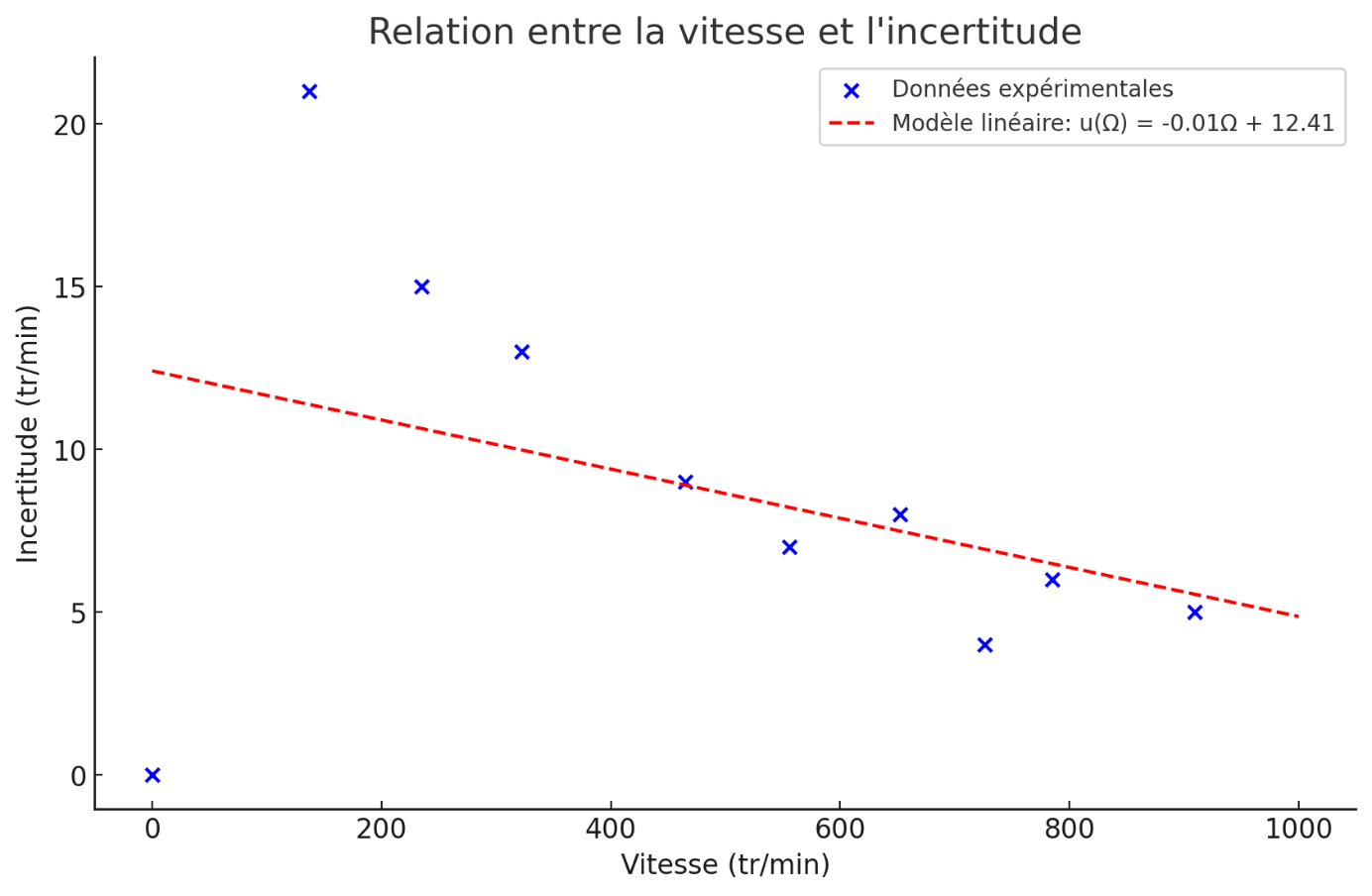
U va donc augmenter lorsque la vitesse augmente.

On remarque tout de même que le coefficient directeur pour notre modèle affine est bien plus faible (environ 10 fois moins) que lorsque inducteur MCC était non nul, ainsi la tension dans l’induit est plus faible.

Remarque incertitude :

Nous avons décidé de tracer l’incertitude de la question 1 de Ω bleu en fonction de la vitesse, pour voir comment celle-ci variée.

Nous avons observé ceci :



L’incertitude suit donc à peu près une relation linéaire avec la vitesse de la forme :

u=-0.01 Ω +12.41 (en tours/min)

Ce qui confirme en partie notre idée que l’incertitude diminuant a vitesse de rotation plus élevée.