



Research Paper

ÉVALUATION DE LA TEMPÉRATURE SUR UNE TRANSMISSION PAR COURROIE DENTÉE «BINDER MAGNETIC»

Temperature evaluation on a transmission by timing belt «Binder magnetic»

Sidi Mohammed MERGHACHE^{a,b*}, Amel SERRAI^a

^aCentre Universitaire de Tissemsilt

^bLaboratoire ETAP- Université Tlemcen

ARTICLE INFO

Historique de l'article:

Reçu 01 juin 16

Accepté 25 juin 16

Mots clés:

Courroie dentée ; Température;
Transmission synchrone ; Vitesse
angulaire.

Keywords:

Timing belt, temperature, pulley,
synchronous transmission, angular
speed

RÉSUMÉ

Les transmissions par courroies synchrones combinent les avantages des transmissions par courroies simples (plates, trapézoïdales ou striées) du fait de leur faible poids, de leur entretien minime, de grandes plages de vitesses linéaires et de grands rapports de transmission avec les avantages des chaînes : absence de glissement, transmission synchronisée de la vitesse, faible tension de pose, etc.... Grâce à la denture de la courroie qui pénètre dans celle correspondante des poulies synchrones, il y a transmission directe de la puissance sans glissement comme entre deux engrenages. Ces transmissions synchrones sont d'application quasi universelles, dans tous les cas où l'utilisateur souhaite disposer d'un fonctionnement synchrone et sans glissement. Le but de cet article est de rassembler les informations sur le comportement des courroies qui diffèrent principalement par leurs formes de dents transversales le long de la largeur.

ABSTRACT

Transmissions by synchronous belts combine the advantages of transmissions by single belts (plates, trapezoidal or striated) due to their low weight, their low maintenance, great beaches of linear speeds and big transmission ratios with the advantages of chains: no slip, synchronized transmission speed, low tension pose, etc. with the teeth of the belt entering the corresponding timing pulleys, there is a direct transmission of power without slippage as between two gears. These synchronous transmissions are of quasi universal application, in all cases where the user wishes to have a positive fit and sliding. The purpose of this article is to gather information on the behavior of belts which differ mainly in their forms transverse tooth along the width.

1 Introduction

Les courroies sont des éléments flexibles qui permettent de transmettre la puissance lorsque l'arbre moteur et l'arbre entraîné sont éloignés l'un de l'autre. Une transmission par courroies constitue une solution plus simple et plus économique qu'une transmission par engrenages.

* Merghache Sidi Mohammed. Tel.: +213 6 61756439.

E-mail address: merghache_sidimohamed@yahoo.fr

Par ailleurs, l'élasticité de ces éléments permet d'absorber des chocs et des vibrations, ce qui contribue à rendre la transmission silencieuse et à augmenter leur durée de vie. Les dimensions et les caractéristiques des courroies sont décrites dans les catalogues et documents divers fournis par les fabricants. Le rôle du concepteur de machines consiste donc à faire un choix judicieux en fonction des procédures établies par les fabricants. Pour réussir, il lui faut évidemment connaître les principes de fonctionnement et les facteurs importants qui peuvent influencer le choix de ces éléments [1 et 2]. Dans ce qui suit nous présentons quelques travaux typiques traitant le sujet :

S. Merghache [3] a présenté une étude expérimentale des performances de courroies dentées. Le but de cette étude est la détermination de la raideur longitudinale. Il s'agit de qualifier la méthode de mesure par le biais de l'expérimentation. D. Play [4] propose une aide documentée à la conception des transmissions par courroies dentées. Les méthodes simples ou globales de calcul de pré dimensionnement sont tout d'abord résumées : résistance quasi statique de la courroie et résistance dynamique et fiabilité de la courroie. Puis, les répartitions de charge en quasi statique, entre les dents de la courroie, sont exposées à l'aide notamment du modèle de Gerbert et du modèle avec différences de pas. D. Play [5] a défini les éléments de l'entraînement par courroie dentée, puis explicite la géométrie et les caractéristiques de cette transmission un peu particulière. L. Manin, G. Michon, E. Comble et R. Dufour [6] ont présenté un article sur détermination expérimentale des caractéristiques mécaniques de courroies de transmission. Ces caractéristiques influencent le comportement dynamique des transmissions qu'elles entraînent (entraînement de la distribution ou des accessoires).

D. Play [7] a confirmé que l'entraînement par courroie dentée s'effectue par engrènement de dents souples disposées sur une courroie déformable, avec des dents de poulies rigides. Lors de son fonctionnement, de nombreuses causes interagissent et la transmission réelle n'est pas exactement synchrone. A. Lajmi [8] a présenté un sujet de conception d'un appareil de mesure de tension d'une courroie à trois points de déflexion. Son principe consiste à imposer une déflexion qui produit une force transversale à la section de la courroie. L'effort de flexion est corrélé par calibrage avec la tension statique. R. Farges [9] a souligné que les transmissions synchrones sont d'applications quasi universelles et se rencontrent partout où s'impose un fonctionnement synchrone et sans glissement. La denture de la courroie qui pénètre dans celle correspondante des poulies synchrones permet en effet une transmission directe de la puissance sans glissement comme entre deux engrenages. En plus de ces deux spécificités, les transmissions par courroies synchrones affichent les avantages des courroies simples (faible poids, entretien minime et grandes vitesses linéaires).

2 Structure des courroies dentées

Une courroie dentée est une courroie sans fin dans le sens longitudinal avec des sections transversales rectangulaires et des dents transversales disposées soit sur une face (intérieure ou extérieure) de la courroie, soit sur les deux faces. Dans une section transversale on distingue une suite de sections de cordes. Elles permettent de transmettre les charges et définissent une ligne primitive tout le long de la courroie. Elles sont enroulées par paire et les hélices de torsion de deux cordes successives sont opposées. En général les cordes sont fabriquées en fibre de verre, polyester, Kevlar et acier. Les courroies de transmission BINDER sont armées, en standard, de câbles en acier zingué. Grâce à ces câbles, les courroies conservent leur stabilité de longueur (Fig.1). Toutefois, comme tout métal, l'acier se déforme sous l'effort en suivant la loi de Hooke [10]. Cette loi décrit les déformations sous effort dans la phase d'élasticité. L'allongement de la courroie sera proportionnel à l'effort dans le brin. (Fig.2).

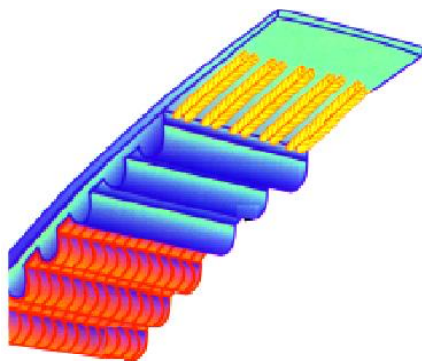


Fig. 1– Courroie binder magnetic [10]

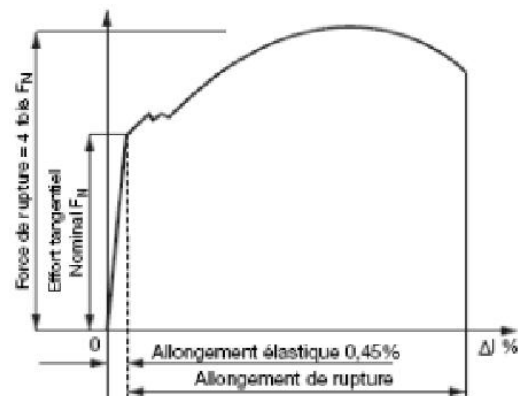


Fig. 2 – Courbe de traction des courroies.

3 Investigations expérimentales

3.1 Appareil

L'architecture globale du banc d'essai des courroies est représentée dans la Fig.3. Brièvement une courroie synchrone (5) est montée sur des poulies motrice et réceptrice (4 et 6). L'ensemble global peut être déplacé dans le sens perpendiculaire de l'axe. Ceci permettra de monter la courroie synchrone et ajuster la tension de pose. Alors, l'ensemble des éléments est basé sur un appui rigide et lourd. Par ailleurs, la puissance du moteur d'entraînement est égale à 40 kW. Ce dernier est couplé à l'arbre d'entrée (arbre moteur) de 40 mm de diamètre et il est entraîné par une vitesse angulaire variable de 500 à 3000 tr/min. Au cours de l'essai, la vitesse angulaire est tenue constante aussi bien que la tension de pose. Le moment de torsion est généré par la pompe de frein hydraulique accouplé à l'arbre de sortie (arbre récepteur) de 40 mm. [11, 12,13 et 14].

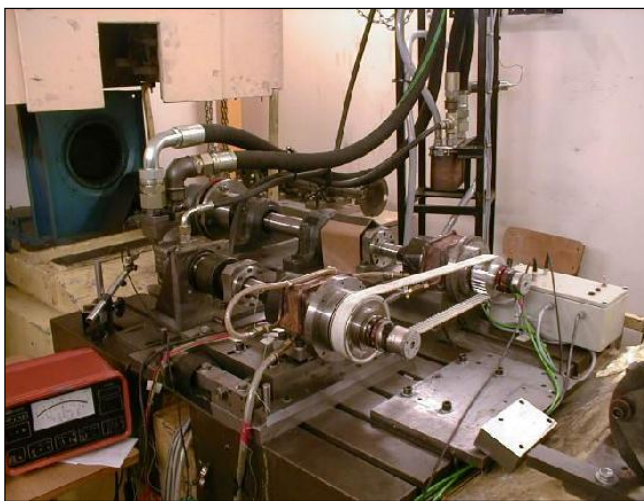


Fig. 3 – Banc d'essai des courroies [11]

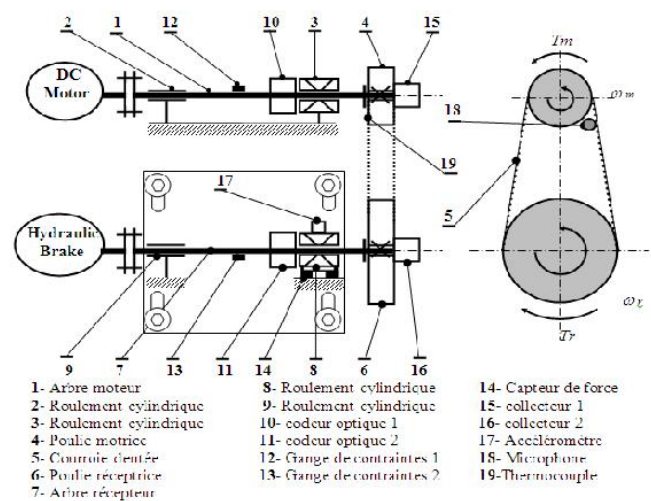


Fig.4 – Schéma cinématique de banc d'essai.

Un circuit hydraulique séparé permet de fixer la pression et ainsi le moment de torsion de résistance pour une vitesse angulaire donnée. La résistance au moment de torsion peut varier entre 25 et 100 N.m. chaque poulie est montée sur la fin d'un arbre parallèle et fixé axialement avec une vis et une rondelle. Après le montage de poulie, l'excentricité de poulie maximale est 0.07 millimètre. L'assemblée d'anneau d'erreur (15,16) est fixée du côté libre de la poulie. Les puits sont montés sur la rangée double s'est effilé des comportements de rouleau (3,8) et des roulements cylindriques (2,9). Des accouplements élastiques sont aussi placés entre le frein du moteur et hydraulique. Ils permettent de comprendre aussi le découplage thermique entre l'arbre moteur et l'arbre récepteur, et le frein du moteur et hydraulique respectivement. Notez que des refroidisseurs d'eau sont installés sur des comportements (2, 3, 8,9) pour limiter l'augmentation de haute de température. On donne la vue générale du banc d'essai dans la Fig. 4. La courroie de transmission évaluée l'appareil est équipé d'un maximum de détecteurs classiques. La température de poulie motrice est mesurée avec un thermocouple placé au milieu d'une dent de poulie et placée dans le milieu de la largeur de contact. Notre que la température de la courroie moyenne est mesurée avec un infrarouge non entre en contact avec le détecteur à l'arrière la courroie.

3.2 Matériels et conditions d'essai

Deux types de courroie étaient considérés (Fig. 5) [10]. Un profil trapézoïdal (angle = 20 °, pas = 10 mm) de dents est combiné avec la forme différente de large. Notez le contact de dent entre la courroie et la poulie d'alliage d'aluminium ont lieu au sommet de la courroie et 0.5 mm le dégagement arrive dans la zone creuse. 0.4 mm. Le dégagement entre la dent de la courroie et la dent de poulie est aussi défini, la position de dégagement dépend de la position longitudinale relative de courroie et des dents de poulie en raison de l'action de moment de torsion. La distance entre la ligne primitive donnée par les cordes courroie et le bout de dent de la courroie est égale à 3.35 mm.

Les courroies sont faites avec 20 câbles d'acier incorporées avec le polyuréthane (dureté 92 shores), la surface de contact active peuvent être aussi protégés par une couche de tissu (le cas B). Ainsi le cas un est considéré comme une référence (des dents droites), le cas B diffère seulement avec la couverture de tissu [14 et 15].

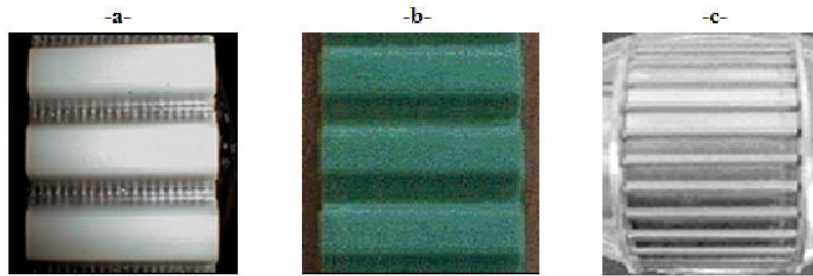


Fig.5 – Les types de courroie et leurs poulies d'essai: a) AT 10, b) AT 10_REV, c) Poulie motrice [10]

Trois tensions de pose 400, 500 et 600 Newtons ont été considérés. Ces rapports tendus sont suffisants afin d'éviter le bond de la dent de la courroie et la résonance de laps de temps de courroie transversale. À l'entrée, la vitesse angulaire est variée de 500 à 3000 tr/min par un pas de 500 tr/min et un couple moteur qui varie de 25 à 100 N.m avec un pas de 25 N.m. Les essais ont été effectués pour chaque combinaison de conditions d'essai. Seulement un essai est exécuté pour chaque condition d'essai comme des essais préliminaires ont montré la dispersion basse de tous les résultats (moins de 5 %). Après que la tension pose a été appliquée, la courroie courait et résistait ensuite au moment de torsion. Pour une vitesse angulaire, les valeurs différentes des moments de torsion ont été appliquées successivement. Après la stabilisation des paramètres (la moyenne de 5 mn), les mesures ont été faites. Chaque condition d'essai demande environ dix minutes d'essai [11]. Les données ont été enregistrées sur une carte d'acquisition de données numérique. On donne seulement la température des deux courroies et la température de la poulie motrice. Les températures varient lentement avec le temps, mais des maximums, des minimums et font la moyenne des valeurs donnent quand on voit des différences en raison de l'influence des paramètres pas considèrent dans la visualisation de résultats. Par exemple et correspond aux valeurs données par des conditions d'essai avec des moments de torsion de résistance différents et des rapports tendus de tension de pose.

4 Résultats

De nombreuses données ont été rassemblées d'essais et les tables deviennent de la portée de ce papier. Il a été décidé pour présenter des tendances principales de visualisations de courbe. Chaque paramètre est ainsi présenté dans la relation avec la vitesse angulaire et pour les tensions de pose. Les figures récapitulent 6-7-8 les résultats pour les deux courroies de transmissions considérées dans cette étude.

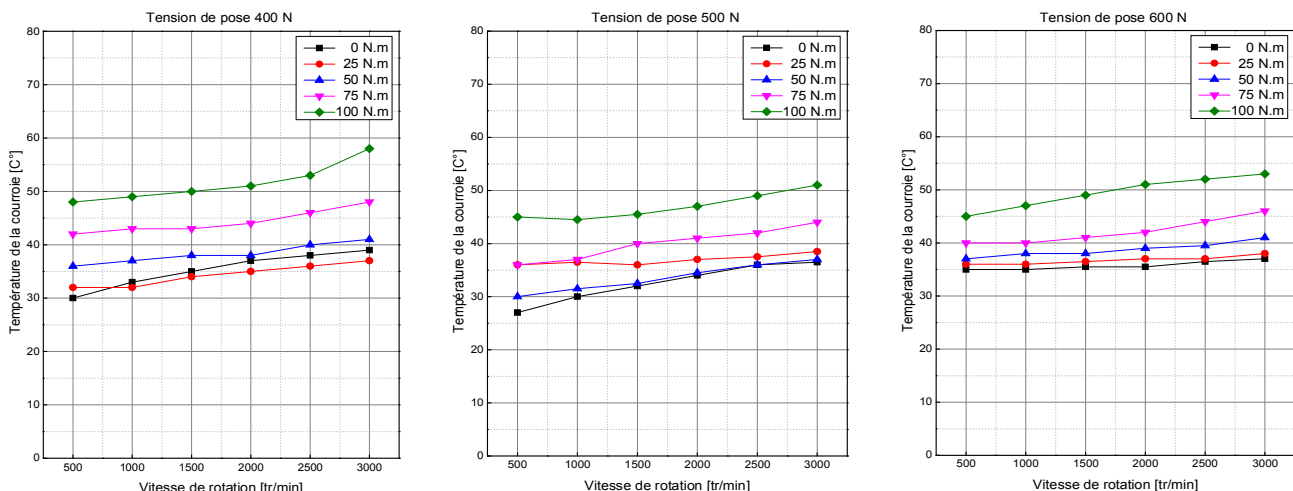


Fig.6 – Variation de la température de la courroie AT10 par rapport à la tension de pose.

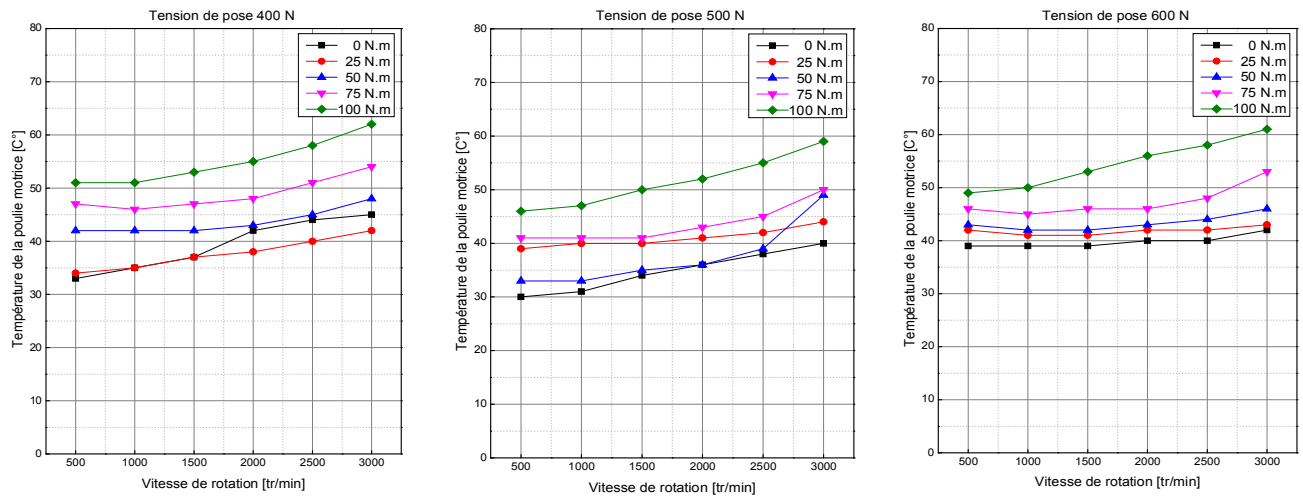


Fig.7 – Variation de la température de la poulie motrice par rapport à la tension de pose.

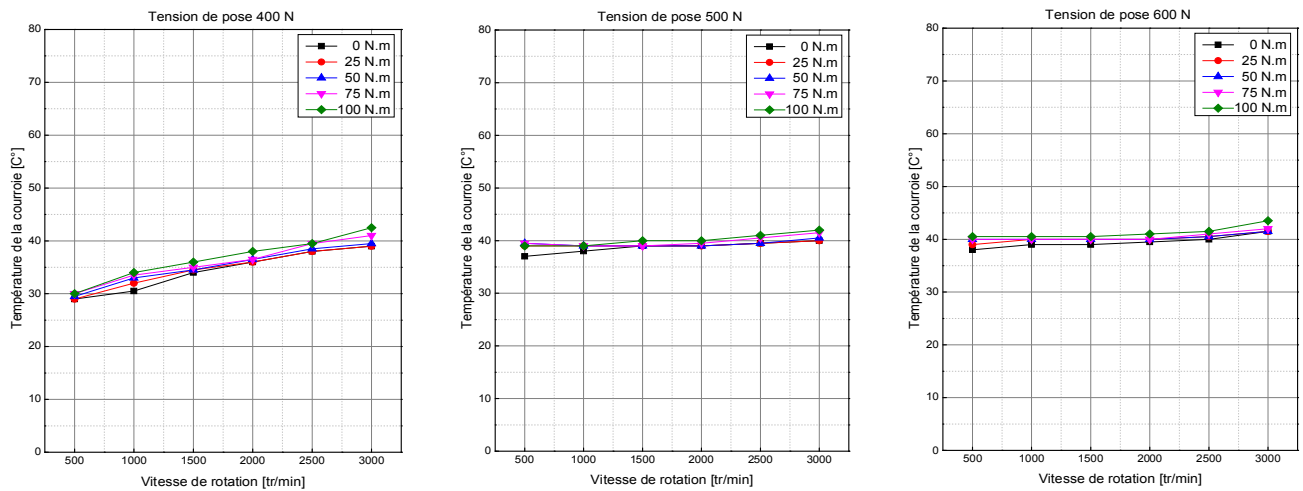


Fig.8 – Variation de la température de la courroie AT10_REV par rapport à la tension de pose.

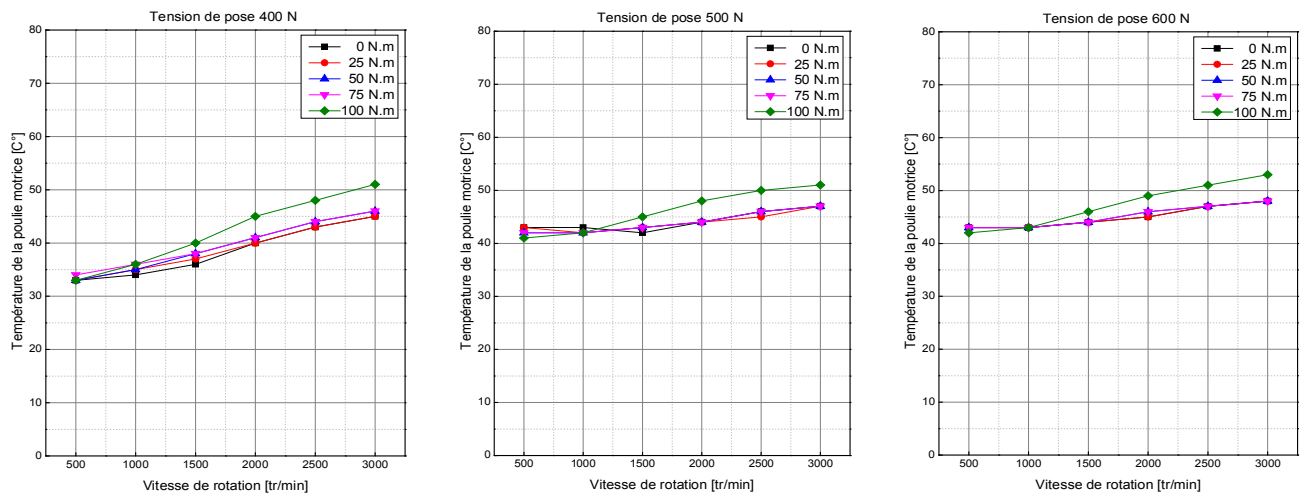


Fig.9 – Variation de la température de la poulie motrice par rapport à la tension de pose.

On remarque que les températures des courroies sont pratiquement inchangées tendus lorsque la tension de pose augmente selon la croissance du couple. On observe également que ces températures augmentent aussi avec l'augmentation de la vitesse angulaire. De même, on observe que les écarts des températures des deux courroies démunie quand la tension de pose augmente de 400 à 600 N (voir Tab.1 et 2).

Tableau 1 –La variation des températures des courroies par rapport à la vitesse angulaire

Type de courroie	AT 10			AT 10_REV		
Tension de pose [N]	400	500	600	400	500	600
Ecart de température [C°]	10	9.5	8	12.5	3	3.5

Tableau 2 –La variation des températures des courroies par rapport à au couple

Type de courroie	AT 10			AT 10_REV		
Tension de pose [N]	400	500	600	400	500	600
Ecart de température [C°]	19	18	16	3.5	2	2.5

On constat toujours que la température d'une poulie motrice augmente lorsque la vitesse angulaire et le couple augmentent. Les écarts des températures des poulies motrices par rapport à la vitesse angulaire sont presque constants lorsque la tension de pose augmente. Par contre. Les écarts de température de la poulie motrice par rapport au couple diminuent quand la tension de pose augmente de 400 à 600 N (voir Tab.3 et 4).

Tableau 3 –La variation des températures de la poulie motrice par rapport à la vitesse angulaire

Type de courroie	AT 10			AT 10_REV		
Tension de pose [N]	400	500	600	400	500	600
Ecart de température [C°]	12	13	12	6	4	5

Tableau 4 –La variation des températures de la poulie motrice par rapport à au couple

Type de courroie	AT 10			AT 10_REV		
Tension de pose [N]	400	500	600	400	500	600
Ecart de température [C°]	18	19	19	18	10	11

5 Conclusion

Les courroies dentées sont parfois considérées comme les fusibles des transmissions, souvent à cause de la méconnaissance des comportements. L'appréhension pour utiliser des courroies dentées fait alors pression au profit des transmissions par chaînes. Mais la mise en œuvre des élastomères ou produits synthétiques est de plus en plus maîtrisée. Même s'il y a un grand nombre de paramètres d'influence, les possibilités de contrôle du comportement arrivent au même niveau de qualité que ceux utilisés classiquement avec les matériaux métalliques.

Cet article est consacré à l'influence de la température sur la performance de la courroie dentée par un banc d'essai qui permet de simuler des conditions de travail de courroie de transmission industrielles significatives en assurant les mesures

de comportement des courroies statiques et dynamiques. A partir de cette étude expérimentale nous avons remarqué que la température de sortie est toujours plus grande que la température d'entrée. Et on déduit que la température des courroies est constante le long de la longueur. Par conséquent, il peut être déduit que les pertes de puissance et des phénomènes de friction sont différents pour la poulie motrice et la poulie réceptrice.

REFERENCES

- [1] D. Play, C. Monternot, Dynamic behaviour simulation and load distribution for timing belt drives, 4th World Congress on Gearing and Power Transmission, Paris (1999) 1303-1314.
- [2] S. Merghache, A. Ghernaout, Influence of temperature on the performance toothed belts-binder magnetic, European Scientific Journal 9(33) (2013) 206-212.
- [3] S. Merghache, A. Ghernaout, Analyse des performances de courroies dentées (binder magnetic), 10ème Congrès National de la Physique et de ses Applications, Algérie, 2012.
- [4] D. Play, Entraînement par courroies dentées - Calculs des répartitions de charge, Techniques de l'ingénieur. Génie mécanique, France, Réf. BM5687, 2007.
- [5] D. Play, Entraînement par courroies dentées - Définitions. Géométrie Mécanique, Techniques de l'ingénieur. Génie mécanique, France, Réf. BM5685, 2006.
- [6] L. Manin, G. Michon, E. Comble et R. Dufour, Détermination expérimentale des caractéristiques mécaniques de courroies de transmission. Raideur et amortissement longitudinaux, module de flexion, Revue des composites et des matériaux avancés 13 (2006) 317-326.
- [7] D. Play, Entraînement par courroies dentées - Caractéristiques de fonctionnement Mécanique, Techniques de l'ingénieur. Génie mécanique, France, Réf. BM 5687, 2006.
- [8] A. Lajmi, Conception d'un appareil de mesure de tension d'une courroie à trois points de déflexion, Mémoire de maîtrise électronique, École de technologie supérieure, Montréal, 2002.
- [9] R. Farges, Poulies et courroies de transmission – Entraînement synchrone. Mécanique, Techniques de l'ingénieur, France, Réf. BM5683, 1988.
- [10] Binder Magnetic, Catalogue for timing belt choice, 2008.
- [11] D. Play, S. Merghache, L. Manin, Determination of Timing belts Performances for Industrial Applications, JSME, International Conference on Motion and Power Transmissions, Japon, 2001, pp. 779-784.
- [12] J.M. Dance, D. Play, Geometrical design parameters influence on timing belt load distribution, Pub. By JSME, Hiroshima, Japon, 1991, pp. 357-362.
- [13] L. Manin, D. Play, Experimental Validation of a Dynamic Numerical Model for Timing Belts drives, ASME 2000.
- [14] T. Koyama, a study on strength of toothed belts. 2nd report: Influence of pitch difference on load distribution, the JSME 22 (1979) 982-987 and 988-993.
- [15] T. Childs, Tooth loading and life of automotive timing belts, Elsevier, Tribology 18 (1991) 341-358.