

Commission Transmissions mécaniques

Commission : **Transmissions Mécaniques.**

Président : Michel Pasquier (CMD Engrenages et Réducteurs).

Chargé de profession : **Estelle Castille.**

Membres de la commission : **20 entreprises et un représentant du syndicat Artema.**

Comité programme : **Transmissions et roulements regroupant les professions
Transmissions hydrauliques - Transmissions mécaniques - Transmissions pneumatiques -
Roulements.**

**Collaboration entre industriels et le Cetim, les Comités programme doivent optimiser
les moyens consacrés à la R&D en fédérant les thèmes communs à plusieurs commissions
professionnelles.**



→ Résultats globaux

Une vingtaine d'actions gérées en 2012 dont :

- une action de veille informative et technologique ;
- le suivi permanent de la normalisation des transmissions mécaniques : travaux dans le cadre de l'UNM 05 et de l'ISO TC60 ;
- et des actions de R&D relatives à la conception (optimisation vibroacoustique des carters d'engrenages, dimensionnement des accouplements à denture, déconcentration de contraintes de fretage, etc.), aux matériaux (données en fatigue des matériaux pour transmissions mécaniques, etc.) et aux procédés de fabrication et de traitement (taillage couteau des matériaux durs, spécifications pour le traitement thermique des engrenages, influence du grenaillage de précontrainte, etc.).

7 thématiques prioritaires identifiées en 2008 par le Comité programme Transmissions et roulements

Instrumentation sans fil des composants, nettoyage par voie sèche des composants, impact environnemental, optimisation en vue de l'adaptation du fonctionnement des composants à leurs environnements et applications, simulation multiphysique, recherche de lois de comportement des nouveaux matériaux pour la simulation, mise en œuvre et assemblage des nouveaux matériaux.

Technologies prioritaires 2015 en mécanique

Dans le prolongement de l'exercice Technologies Clés 2015 pour l'industrie française du ministère de l'Industrie, la FIM et le Cetim, en partenariat avec le Cetiati, l'Institut de soudure et le LRCCP, ont identifié 41 technologies prioritaires pour les entreprises de mécanique à l'horizon 2015. Ces technologies qui font ou feront la différence demain sont compilées sous forme de fiches et sont consultables sur cetim.fr.

Sélection des membres des Commissions du Comité programme (2011) :

- Gestion de l'information stratégique de l'entreprise, écoconception, efficacité énergétique des produits et procédés, composites thermoplastiques, élastomères nanochargés, procédés de formage Near Net Shape, usinage hautes performances, assemblage multimatériaux, conception et simulation mécatronique, capteurs autonomes et communicants, simulation et optimisation numérique produit ou procédé, techniques avancées de CND, télésurveillance et pilotage à distance.



Quelques résultats d'actions menées en 2012

► DÉCOUPLAGE ACOUSTIQUE DES ENGRENAGES

Quelles sont les possibilités de découplage acoustique entre l'engrenage et le milieu extérieur ? Répondre à cette question, c'est pouvoir optimiser la maîtrise des phénomènes acoustiques liés à l'engrènement de la denture, une des préoccupations importantes des fabricants d'engrenages. L'objectif impérieux de cette action, souhaitée par la profession, consiste ainsi à réduire les transmissions aériennes et solidiennes du bruit généré aux fréquences d'engrènement par la denture. L'étude a permis, dans un premier temps, d'illustrer les possibilités et les limites actuelles de l'approche numérique pour le calcul du comportement vibratoire sur des exemples concrets, de proposer une méthode d'estimation du rayonnement acoustique des carters, d'illustrer sur un cas de la profession une démarche d'optimisation de structure utilisant les modèles numériques développés, et de proposer l'utilisation d'un outil « open source » pour effectuer les calculs vibroacoustiques, le logiciel Code Aster (EDF).

La Commission a décidé de poursuivre cette action en définissant des règles de bonnes pratiques pour prendre en compte le comportement vibratoire d'assemblages boulonnés, et en réalisant une étude numérique de l'influence des précontraintes statiques sur le comportement vibratoire d'un carter.

Valorisation Édition d'une synthèse des travaux dans la collection Performances diffusée sur le site du Cetim. Organisation en octobre 2012 d'une session d'information spécifique pour transférer à l'ensemble de la profession les méthodes et outils utilisés dans le cadre de l'étude et pour aider à la prise en main du logiciel Code Aster.

► VEILLE TECHNOLOGIQUE EN TRANSMISSIONS MÉCANIQUES

La veille technologique spécifique aux transmissions mécaniques permet une surveillance accrue et focalisée des dernières avancées techniques du secteur et des brevets. Une action permanente de la commission décidée tant il est difficile pour tout un chacun de suivre cette progression et de faire le tri des informations dans les contenus disponibles sur Internet. Ainsi, procédés de fabrication et de traitement, lubrification des engrenages, transmissions par chaînes, sont surveillées de manière récurrente par le Cetim sur demande de la profession. Une démarche de prospective sur des thèmes émergents est également attendue. Les informations sont fournies à la profession sous forme de lettres informatives, analyses brevets, revues de presse, états de l'art... Après une enquête préliminaire auprès de la Commission professionnelle pour déterminer les thèmes à surveiller en 2012, 16 lettres informatives et notes de veille ont été élaborées et diffusées dans le courant de l'année.

Elles ont concerné les sujets :

- publications relatives aux chaînes de transmission et aux courroies de transmission ;
- informations liées aux transmissions mécaniques dans les ENR ;
- récentes évolutions dans le domaine de la rectification, du forgeage et du taillage des engrenages ;
- le mésalignement : principe et impacts, détection et correction ;
- les paliers hydrodynamiques ;
- les biolubrifiants ;
- les fluides de coupes et lubrifiants intégrant les nanoparticules ;
- les traitements thermiques des engrenages.

Valorisation Mise à disposition des lettres informatives et notes de veille sur le site internet du Cetim.

► ÉVALUATION DE LA PERFORMANCE ENVIRONNEMENTALE DES TRANSMISSIONS ET ROULEMENTS (ACTION DU COMITÉ PROGRAMME)

Actuellement, la demande en écoconception émanant du marché est en pleine évolution. L'intégration d'une démarche d'écoconception pour faire progresser les produits en regard de leurs impacts environnementaux, ainsi que la capacité à mesurer et afficher la performance environnementale des produits, représentent plusieurs enjeux pour les industriels : répondre à des sollicitations des clients, anticiper les attentes du marché, respecter la réglementation applicable et se démarquer de la concurrence étrangère. L'objectif de cette action a été multiple : montrer à travers des exemples pratiques comment définir un référentiel sectoriel d'évaluation de la performance environnementale des produits, qui puisse être une référence reconnue de tous, valoriser les produits de la profession par rapport à des produits moins qualitatifs, servir à la comparaison des produits, et permettre d'afficher facilement la performance environnementale des produits en cas de demande des clients ou du marché.

Après avoir travaillé dans un premier temps avec le groupe de travail sur quatre exemples de produits, l'action est entrée en 2012 dans sa seconde phase, qui consistait à valider une liste d'indicateurs prioritaires pour chacune des professions impliquées et proposer des exemples de méthodes de calculs pour certains indicateurs. Un exercice de hiérarchisation a été réalisé avec chaque Commission. Le rapport de synthèse de l'étude regroupe les indicateurs identifiés comme prioritaires pour chacune des professions, des propositions de méthodes de calcul pour les indicateurs globaux (liés à la performance de l'entreprise et non pas aux produits), communs à plusieurs professions, ainsi que quelques illustrations de calculs de ces indicateurs avec des produits fictifs.

Valorisation Support à l'action du syndicat professionnel.

► ÉTUDE PROSPECTIVE SUR LES TECHNOLOGIES DE TRANSMISSIONS (ACTION DU COMITÉ PROGRAMME)

Cette action, menée à partir d'un cahier des charges élaboré avec le syndicat Artema, avait pour objectif d'identifier les risques de substitution par les technologies électriques et les opportunités de développement, notamment liées au développement de la mécanique et à l'évolution des normes et de la réglementation sur l'environnement et le développement durable. L'étude a été menée en s'appuyant sur les conclusions d'une précédente étude datant de 2003, enrichie notamment par les travaux de veille menés par le Cetim, des consultations d'industriels des trois professions et des entretiens avec des industriels de secteurs d'application des transmissions : fabricants de machines et utilisateurs finaux.

Sept axes d'évolution technologique principaux ont été dégagés :

- transmissions hybrides hydraulique/électrique ou pneumatique/électrique ;
- baisse de la consommation d'énergie : puissance de pilotage, réduction des pertes et des frottements, allègement ;
- réduction des pollutions directes : réduction des bruits, amélioration de l'étanchéité ;
- fluides « propres », biodégradables, moins corrosifs ;
- amélioration des performances : capacité de stockage, précision de positionnement, robustesse des composants, vitesse de déplacement, rapport poids/puissance, augmentation des débits et pressions ;
- sécurité, sûreté de fonctionnement, surveillance et maintenance préventive par la mécanique ;
- méthode d'optimisation des systèmes « en amont » : dimensionnement, choix des composants, flexibilité.

L'étude a permis d'identifier les principaux risques de substitution liés aux trois types de transmissions, hydraulique, pneumatique et mécanique, en couvrant les principaux secteurs d'activité concernés : applications embarquées, fixes et installations industrielles. Les opportunités de développement de ces technologies de transmission ont également été identifiées secteur par secteur. Enfin, les conclusions de l'étude ont permis de formuler des recommandations destinées aux industriels des différentes professions.

Valorisation Restitution à l'occasion d'une journée spécifique le 27 janvier 2012 dédiée aux entreprises membres des Commissions professionnelles et restitution élargie à l'ensemble du secteur professionnel lors de la Journée Transfert « Transmissions et Roulements » le 20 novembre 2012. Synthèse de l'étude disponible sur demande.



→ Quelques actions sur 2013

► INFLUENCE DU CISAILLEMENT MOYEN SUR LA TENUE EN FATIGUE DES ARBRES

Les réducteurs constituent pour la construction des machines une fourniture toujours critique. Les arbres de réducteur sont soumis à des chargements multiaxiaux non classiques : ils supportent simultanément des contraintes de flexion, de torsion et de cisaillement d'effort tranchant non négligeables. Deux grands types d'utilisation se distinguent (service continu et service intermittent) et soumettent les arbres à des chargements différents, notamment en ce qui concerne le couple de torsion. À l'heure actuelle, l'effet de la torsion moyenne est négligé dans les méthodes de dimensionnement des arbres de réducteur. Dans la bibliographie, de nombreux auteurs ont montré qu'elle n'aurait pas d'influence, dans le cadre d'essais avec des niveaux de sollicitations faibles et des éprouvettes non entaillées : cette hypothèse reste à vérifier dans le cas d'entailles sous forts niveaux de sollicitations, où très peu de données sont disponibles. Cette problématique concerne aussi bien les fabricants de Transmissions mécaniques que d'Engins de manutention, de levage et de stockage. L'enjeu est de permettre aux industriels de connaître l'influence des conditions de service réelles sur la tenue de leurs matériels, de choisir la méthode de calcul adaptée et d'optimiser le dimensionnement des matériels. Cette action propose une approche combinée, numérique et expérimentale : il s'agit de déterminer l'influence d'une torsion moyenne sur le plan expérimental et de comparer les durées de vie obtenues avec les prévisions des différents modèles de calcul. Le programme de travail 2013 prévoit une analyse expérimentale pour un triplet matériau, géométrie d'entaille et niveau de torsion moyenne puis l'application de la même démarche à une seconde géométrie, un second niveau de torsion moyenne et un autre matériau. Une phase de corrélation entre essais et calculs est également prévue.

► GRENAILLAGE ET MICROPITTING

Dans certains cas, l'optimisation d'un traitement combiné de cémentation et de grenaillage permet d'obtenir un gain substantiel sur la limite d'endurance en flexion pied de dent. C'est ce qu'ont montré des études précédentes portant sur l'amélioration de la tenue à la fatigue des engrenages. En revanche, les essais réalisés sur galets n'ont pas permis de mettre en évidence un effet du grenaillage sur la tenue à la fatigue de contact. Suite à ces résultats et compte tenu du fait que dans la fatigue de contact le phénomène déclenchant la ruine est le micropitting, très sensible à la rugosité, la profession a demandé au Cetim d'étudier l'effet possible du grenaillage comme retardateur de l'apparition du micropitting.

En 2013, les travaux consisteront dans un premier temps à mettre au point le grenaillage pour obtenir les rugosités souhaitées sur des galets ayant préalablement subi ébauche et traitement thermique. Il s'agira ensuite de finir les galets par usinage et grenaillage, de caractériser leur état de surface et leurs contraintes résiduelles à l'état neuf puis de réaliser des essais interrompus sur banc bidisques. À chaque durée de vie, les galets seront caractérisés pour mettre en évidence et quantifier l'apparition de micropitting.

► INSTRUMENTATION SANS FIL DES COMPOSANTS DE TRANSMISSION (ACTION DU COMITÉ PROGRAMME)

En matière de composants mécaniques, les fabricants exploitent, pour la plupart, des technologies traditionnelles, matures, sur des marchés mondialisés. Quant aux pratiques industrielles liées à l'innovation technologique, elles tendent vers l'amélioration de la valeur d'usage des produits. C'est le cas de l'instrumentation des composants mécaniques. Elle vise notamment à exploiter les nouvelles possibilités offertes par les microtechnologies, et la baisse générale des coûts associée à leur croissance rapide, pour développer de nouvelles fonctionnalités. Les fabricants d'organes de transmission ont souhaité que le Cetim étudie les possibilités d'instrumentation sans fil de composants afin d'en assurer une fonction de surveillance en service ou hors service. Cette action devra permettre de fournir les éléments nécessaires au développement de produits industriels.

Après avoir exploré les possibilités de la technologie RFID pour la mesure de température, et pour la mesure par jauges de déformation appliquée à la mesure de pression, l'étude se poursuivra en 2013 par une application à la mesure de couple. Il est ensuite prévu d'élargir le cadre de l'exploration en recherchant des principes de mesure de déplacement sans fil.