

ECOMU

Étude de comportement du micro-usinage (usinage de précision)

But:

Comprendre l'impact des paramètres qui affectent la qualité de la coupe microtechnique et proposer des paramètres optimaux en fonction de l'application (horlogerie, médical).

Le projet développera et exploitera un plan d'expérience instrumenté pour caractériser les différents paramètres de coupe et l'usure d'outil en 3 et 5 axes avec des outils de diamètre maximal de 1mm ainsi que la dynamique de la machine. Le résultat de ces mesures sera analysé et modélisé afin de donner les recommandations de performance-qualité (rapport entre l'usure de l'outil, la productivité et les états de surface) et l'influence des paramètres choisis, ainsi que l'association de la géométrie de l'outil avec l'état de surface. Il permettra également de montrer l'influence du comportement dynamique de la machine sur le procédé de micro-usinage.

Ce projet concerne les usineurs et utilisateurs des outils de coupe de précision, ainsi que les fabricants des outils de coupe, les fournisseurs de revêtements et les fabricants de machines-outils actifs dans le fraisage.

Le projet est organisé en 3 modules ;

- 1) Développement d'une plateforme commune d'instrumentation permettant caractériser le micro-usinage <1mm.
- 2) Caractérisation des opérations plus communes (horlogerie, médical) et analyse pour avoir une compréhension de base du micro-usinage.
- 3) Caractérisation spécifiques en fonction des applications ou des entreprises. Ce module est optionnel car chaque entreprise peut avoir des besoins spécifiques.

Contexte:

Il y a de plus en plus de miniaturisation dans les cahiers de charge de l'industrie. Par conséquent plus de précision est demandée dans l'usinage de ces petites pièces, d'une part pour respecter les tolérances dimensionnelles exigeantes, mais également afin d'avoir des excellents états de surface et de limiter les opérations de finition post-usinage qui sont trop compliquées à réaliser pour ces petites pièces.

Par contre, il n'est pas encore évident de satisfaire le client car le sous-traitant a tendance à transposer le modèle du macro-usinage au micro-usinage. Hélas, en dessous du millimètre, cela ne s'adapte pas très bien. Le micro-usinage est un domaine unique et très complexe qu'il faut étudier pour le maîtriser. Il y a plusieurs paramètres qui interfèrent avec la qualité du produit (surtout de la surface), ainsi qu'avec la durabilité de l'outil de coupe et, enfin, même avec le comportement de la machine.

De plus, les perspectives économiques sont croissantes concernant les possibilités d'optimisation et plusieurs acteurs aimeraient approfondir leur connaissance dans le domaine du micro-usinage en étudiant et testant les principaux paramètres.

Travaux :

La définition des buts concrets sera faite par le consortium du projet afin de définir un focus clair.

Les travaux seront sous-traités au département de MécatronYx de l'HEIG-VD, et seront gérés par le professeur Alain Schorderet, qui sera soutenu aussi par la HE-Arc. Le projet sera réalisé en 15 mois pouvant commencer en mai 2018.

Les paramètres proposés pour cette étude sont :

- Type d'usinage : fraisage
- Type d'outil : fraises (3 dents, en bout, toriques)
- Paramètres de coupe en fonction du type de l'outil
- Matériaux des outils : carbure de tungstène, céramiques, avec 2-3 revêtements
- Matériaux à usiner : laiton horloger, alliages titane, alliages aluminium, acier
- Lubrification : à sec et avec liquide
- Géométrie de l'outil : angle d'attaque, rayon de l'outil

Les grandeurs à mesurer proposées sont :

- Paramètres de coupe et effort d'usinage dans les 3/5 axes
 - Vitesse de coupe [m/min]
 - Vitesse d'avance [mm/min]
 - Largeur de coupe a_e [mm]
 - Profondeur de coupe a_p [mm]
 - Avance par dent
 - Avance par tour
- Vibrations (machine-outil, pièce)
- Température
- Emission acoustique
- Qualité surface
- Inspection de l'arête de coupe (notion d'usure de l'outil)

Le traitement des données mesurées repose sur des méthodes d'analyse classiques, ainsi qu'une modélisation non-linéaire exploitant l'intelligence artificielle sur la base de données des mesures réalisées. Cette approche sera d'autant plus performante que la base de données sera étoffée.

Financement:

ARCM finance les travaux par une souscription ouverte auprès de ses membres. Les membres souscripteurs constituent un consortium d'entreprises partenaires du projet qui disposeront des résultats et seront libres de les utiliser pour leurs propres développements.

Le coût minimal des travaux décrits ci-dessus est établi comme suit:

| Tâches | Coûts (en KCHF) |
|-------------------|-----------------|
| Implémentation | 221 |
| Coordination ARCM | 39 |
| Total | 260 |

Supposant un minimum de 5 participants, le prix de la souscription pour la totalité du projet est de **52 KCHF**. Indépendamment du nombre de souscriptions, toutes les sociétés contribueront avec 10 KCHF pour compléter les tâches de la phase de faisabilité suivie d'un jalon décisif.

Au cas où il y plus de 5 souscriptions, le coût total par participant sera diminué en proportion (2'5 KCH par participant extra jusqu'à un maximum de 20 KCHF). Au cas où il y a moins de 5 souscriptions, le projet sera rediscuté avec les intéressés.

Comment participer ?

Le projet sera diffusé auprès des actuels membres ARCM et auprès d'entreprises susceptibles de devenir membres s'ils souhaitent souscrire au projet. Une première déclaration d'intérêt sera transmise par email à bernat.palou@arcm.ch (en détaillant la motivation) ou sur le site www.arcm.ch. Une réunion avec les intéressés sera organisée le 7 février à 9h à Neuchâtel. Le délai pour répondre au projet est fixé pour le **23 février**.

Règlement du projet:

Le règlement décrit les relations entre ARCM et les membres qui souscrivent au projet. Le règlement fait partie de la proposition. La signature de souscription au projet implique la reconnaissance et l'observation du règlement.

Préambule

ARCM remercie l'ASRH pour le modèle du présent contrat. L'Association de Recherche Communautaire des moyens de production Microtechniques (ci-après: "ARCM") propose à ses membres le présent projet (ci-après: le "Projet") traitant l'interconnexion des machines et l'analyse des données. Les membres souscripteurs deviennent partenaires du Projet (ci-après: les "Partenaires"). Le directeur d'ARCM assume le rôle de coordinateur de projet (ci-après: le "Coordinateur de projet"). La réalisation des travaux est confiée à l'HEIG-VD (ci-après: le "Mandataire"), qui agit dans le cadre d'un mandat de recherche. Le Mandataire accepte de travailler avec d'autres institutions et Partenaires.

Un contrat de projet lie le Mandataire et ARCM, il définit les conditions de réalisation du mandat, ainsi que les questions de confidentialité et les droits d'utilisation des résultats. Le Mandataire est soumis à une clause de confidentialité l'engageant à ne diffuser aucune information à des tiers pour tout ce qui concerne le Projet. Le Coordinateur de projet gère les travaux selon les besoins des Partenaires, qu'il réunit à la fréquence nécessaire pour assurer le pilotage et le suivi du Projet.

Le présent règlement s'applique à toutes les personnes physiques ou morales qui souscrivent des parts au Projet.

ARTICLE 1 Peut faire partie du Projet et bénéficier des résultats des recherches toute entreprise et/ou institution, privée ou publique, membre d'ARCM.

ARTICLE 2 Les décisions entre les Partenaires se prennent à la majorité simple.

ARTICLE 3 Les Partenaires sont informés de l'état d'avancement du Projet et des résultats des recherches. Ceux-ci sont communiqués aux Partenaires lors des séances de suivi. Ils font également l'objet d'un rapport de synthèse, présenté à l'occasion de la séance de clôture et transmis à tous les Partenaires à l'issue du Projet.

ARTICLE 4 Les Partenaires peuvent contribuer en nature en mettant à disposition des ressources avec un maximum de 25% de leur souscription.

ARTICLE 5 Chaque membre peut demander de traiter sa participation confidentielle vis-à-vis de l'extérieur.

ARTICLE 6 Tous les paiements passeront via ARCM. En tant que coordinateur de projet, ARCM gère les factures et paiements des membres et des fournisseurs. Les paiements se fera en 3 parts : 10 KCHF correspondant à la phase de faisabilité, à la signature, 65% après la phase faisabilité et 35% après les livrables. ARCM ne s'engage pas vis-à-vis des engagements financiers du résultat du projet.

ARTICLE 7 Les Partenaires et le Coordinateur de projet s'engagent à ne divulguer les informations en lien avec le Projet à aucun tiers pendant deux ans, à partir de la date de la séance de clôture du Projet. Tout intervenant au groupe de travail doit souscrire au même engagement de confidentialité.

ARTICLE 8 Tout membre d'ARCM peut devenir Partenaire, en cours du Projet, avec l'accord de la majorité simple des Partenaires. Ces derniers décident du montant que le nouveau Partenaire doit payer.

ARTICLE 9 Aucun des Partenaires ne peut déposer une demande de brevet et/ou revendiquer, de quelque manière que ce soit, les résultats du projet, ceux-ci appartenant collectivement à l'ensemble des Partenaires et à ARCM. Ces ayants-droit peuvent toutefois utiliser les résultats pour leurs propres développements et les valoriser dans leurs produits.

ARTICLE 10 Les Partenaires décident de l'opportunité de déposer des demandes de brevet couvrant les résultats du Projet. En cas de dépôt de demandes de brevet, celles-ci sont déposées au nom d'ARCM pour le compte de l'ensemble des Partenaires. Les inventeurs sont mentionnés comme tels. Les Partenaires supportent les frais y relatifs notamment de procédure, d'opposition et de maintien, en proportion du montant respectif des parts souscrites. Le Partenaire qui ne souhaite pas participer à ces frais, ou celui qui ne paye pas sa part des frais dans un délai de 3 mois après envoi de la facture y relative, perdra tous ses droits relatifs au brevet, et ne sera pas copropriétaire du brevet déposé.

ARTICLE 11 Les Partenaires s'engagent financièrement pour toute la durée du Projet. Aucun remboursement n'est effectué sur les montants déjà payés en cas de sortie, pour quelque raison que ce soit, de l'un ou l'autre des Partenaires en cours de projet.

ARTICLE 12 ARCM, par la Coordination de projet, reçoit une contribution financière prévue dans le budget initial du Projet (autour du 15% du projet), pour la direction de celui-ci.

ARTICLE 13 En cas de violation, par un Partenaire, des obligations souscrites, les autres Partenaires, à majorité simple, peuvent prononcer l'exclusion avec effet immédiat de ce dernier. Toutes les sommes versées par le Partenaire exclu restent acquises. Le Partenaire exclu pour faute devra dédommager l'ensemble des Partenaires pour le préjudice éventuel occasionné. De plus, dans le cas particulier de violation par un Partenaire des dispositions décrites à l'art. 9, une licence non exclusive, gratuite, avec droit de donner des sous-licences, est de fait accordée à tous les autres Partenaires.

ARTICLE 14

(1) Chaque Partenaire conserve la pleine et entière propriété de toutes ses informations et connaissances techniques et scientifiques existant au début du Projet (Propriété Intellectuelle Antérieure = PIA). Il en est de même pour ce qui est des informations et connaissances techniques et scientifiques développées indépendamment par chacun des Partenaires en parallèle au Projet (Propriété Intellectuelle Parallèle = PIP).

(2) Les Partenaires n'ont pas l'obligation d'informer sur leurs éventuels projets dans le même domaine que le Projet.

(3) Par contre, un Partenaire disposant de demandes de brevet ou de brevets dans le domaine du Projet, constituant de la PIA ou de la PIP et sur lesquels une licence serait nécessaire pour l'exploitation des Résultats du Projet a l'obligation d'informer en temps utile (dès que raisonnablement possible, selon les circonstances concrètes au début ou en cours du Projet) les autres Partenaires sur l'existence de cette PIA ou PIP, ceci afin d'éviter un blocage du Projet.

(4) Au cas où une licence sur une telle PIA et/ou PIP serait nécessaire, ARCM négociera avec le Partenaire concerné, pour le compte des autres Partenaires, les termes et conditions d'une option pour un contrat de licence non exclusive et non transférable à des conditions financières raisonnables permettant l'exploitation commerciale des Résultats du Projet. L'utilisation de la PIA ou PIP concernée par les autres Partenaires sera strictement limitée à la valorisation des résultats du Projet, à l'exclusion de toute autre utilisation.

(5) Lorsqu'un Partenaire a rempli son obligation d'informer en temps utile selon l'alinéa 3 ci-devant, il n'est pas obligé d'accorder l'option sur la licence selon l'alinéa 4 ci-devant, si les termes et conditions offertes ne sont pas à sa convenance. Lorsqu'un Partenaire n'a pas rempli son obligation d'informer en temps utile selon l'alinéa 3 ci-devant et que la PIA ou PIP est indispensable pour l'exploitation des Résultats, il doit accorder une licence gratuite,

non exclusive et non transférable, strictement limitée à la valorisation des résultats du Projet, à l'exclusion de toute autre utilisation.

(6) Les litiges ayant trait à l'application du présent article seront également soumis au tribunal arbitral selon l'art. 15 ci-après.

ARTICLE 15 Tous litiges, différends ou prétentions nés du présent Règlement ou se rapportant à celui-ci, qui ne peuvent pas être réglés à l'amiable, seront tranchés par voie d'arbitrage, conformément au Concordat sur l'arbitrage adopté par la Conférence des directeurs cantonaux de la justice le 27 mars 1969. Le nombre d'arbitres est fixé à trois. Le siège de l'arbitrage sera à Neuchâtel.

Bernat Palou

le 8 janvier 2018

Directeur d'ARCM