



**NUM** information

## LE JOURNAL DES SOLUTIONS NUMÉRIQUES

- 04** **Nouveautés** en ingénierie
- 16** **Revoc AG** – Revoc : le spécialiste de la révision de rectifieuses cylindriques Kellenberger
- 18** **SOS Elektronik** – Une modernisation réussie pour une nouvelle vie d'un Walter Power avec NUMROTO*plus*
- 20** **McQuade Industries, Inc.** – Le programme de modernisation de la CNC offre au fabricant américain d'outils de coupe un avantage majeur en termes de productivité
- 22** **Grupo Plasma Automation** – Une machine de découpe laser à grande vitesse utilise de nouveaux développements CNC pour accélérer le débit
- 24** **APTE/Mécanuméric** – Flexium<sup>+</sup> : Performances et Pérennité
- 26** **Prototyp-Werke GmbH** – Un savoir-faire spécifique en matière de logiciels de taillage/rectification combiné à la suite NUMROTO

# Éditorial

## Peter von Rüti, PDG du Groupe NUM



Chers lecteurs,

Les psychologues nous disent que « rien n'est aussi difficile à supporter que l'incertitude ». Ne pas savoir ce qui se passera demain nous effraie, même si c'est en fait notre quotidien. Avec les routines, nous nous donnons un sentiment de prévisibilité et de sécurité. Alors, à quoi pouvons-nous faire confiance en période d'incertitude ? Fondamentalement, dans de bonnes et solides valeurs. Chez NUM, nous nous appuyons sur des valeurs et des principes fiables et durables. Nous conseillons et fournissons à nos clients, de manière exhaustive, un savoir-faire étendu dans l'automatisation des machines de production. Vos exigences et vos besoins jouent un rôle central dans notre entreprise. Les fonctions, les développements et les applications que nous développons constamment en fonction de vos besoins représentent ces valeurs sur lesquelles vous pouvez compter.

Plus que jamais, l'expérience compte. Nos employés utilisent leurs compétences et leur longue expérience dans le cadre du développement de nos multiples projets logiciels, matériels et applications. Nous sommes très fiers du savoir-faire et de l'engagement de nos employés envers NUM, et nous aimerions que vous en tiriez profit dans votre développement économique.

Développement dans le monde virtuel : avec les jumeaux numériques, nous utilisons une technologie de pointe pour construire un pont entre le monde réel et un monde virtuel. Un jumeau numérique est basé sur des données et des algorithmes. Cela permet de tester des

fonctions, des machines et même des parcs de machines entiers dans un environnement virtuel, c'est-à-dire avant que les fonctions ou les machines n'existent réellement. C'est une tendance technologique importante qui, dans certains cas, peut réduire le « temps de mise sur le marché » et donc les coûts de développement.

Notre nouvelle IHM NUMcut dédiée aux machines de découpe jet d'eau, laser ou plasma dispose d'un module CAM/postprocesseur intégré. Cette IHM permet, par exemple, d'envoyer directement à la machine les données géométriques saisies par un client sur un site web. Cela signifie qu'aucun système CAO/FAO supplémentaire avec post-processeur n'est nécessaire. Cette application est tout à fait

« Selon les psychologues, peu de choses sont aussi difficiles à supporter que l'incertitude. Avec NUM comme partenaire fiable, vous gagnez en certitude. »

*Peter von Rüti, PDG du Groupe NUM*

conforme à Industry 4.0, et la commande CNC possède également un certain nombre de fonctions de soutien et d'amélioration de l'efficacité telles que l'AF (Adaptive Feed Control) et le VOC (Variable Offset Control).

Rectification non circulaire ciblée : dans la dernière version de l'IHM NUMgrind, la rectification non circulaire a été ajoutée. Cette mise à jour permet de rectifier des pièces excentriques et non circulaires de n'importe quelle forme de la manière la plus simple possible grâce à une saisie guidée par un assistant.

Dans ce NUMinformation, vous trouverez des articles sur nos clients, repartis dans le monde entier et plus particulièrement en Allemagne, en Suisse, en France, au Mexique et aux États-Unis. Avec ces clients-partenaires, nous avons mis en œuvre des projets d'automatisation des machines qui permettent de gagner du temps et de l'argent. Par exemple, une machine de découpe laser CNC, une machine d'ébavurage à portique à 5 axes, une machine à rectifier les outils et bien d'autres encore. Laissez-nous vous convaincre de la réussite de nos projets et vous inspirer pour vos futurs investissements.

J'espère que vous apprécierez la lecture de ce numéro de NUMinformation et je me réjouis de vous rencontrer personnellement lors de l'un des prochains salons professionnels.

Peter von Rüti  
PDG du groupe NUM

## Mentions légales

**Éditeur**  
NUM AG  
Battenhusstrasse 16  
CH-9053 Teufen  
  
Téléphone +41 71 335 04 11  
  
sales.ch@num.com  
www.num.com

**Rédaction & Réalisation**  
Jacqueline Böni  
Andreas Hahne

© Copyright by NUM AG  
Réutilisation possible après autorisation.  
  
NUMinformation est publié une fois par an, en français, allemand, anglais, italien et chinois.

## NUM se développe en Inde

En novembre 2019 NUM AG a ouvert une filiale à Bangalore en Inde. Avec son expansion en Asie, la société dont le siège social est à Teufen, en Suisse, continue de s'imposer comme un leader technologique dans le domaine des commandes CNC. Grâce à cette nouvelle implantation, NUM accroît sa présence locale ainsi que son offre de vente et de service orientée client.

« Le site de Bangalore nous permettra de répondre beaucoup plus rapidement aux demandes de nos clients et d'étendre encore notre marque. Nous sommes bien représentés en Chine et à Taïwan depuis de nombreuses années et nous aimerions maintenant renforcer notre position ici », déclare Rajesh Nath, directeur général de NUM India. L'expansion en Inde va assurer des emplois en Inde mais également dans le monde entier.



Cérémonie indienne traditionnelle d'illumination par la direction le jour de l'ouverture

## Droits d'auteur du logiciel NUMROTO en Chine

NUM est heureux d'annoncer être maintenant officiellement en possession des droits d'auteur du logiciel NUMROTO en Chine.

Grâce à cette reconnaissance, il sera ainsi plus facile pour la société et ses avocats de prendre des mesures pour lutter, au niveau mondial, contre l'utilisation et la vente de versions pirates de NUMROTO et poursuivre les utilisateurs et fournisseurs responsables qui se seront rendus coupables d'utilisation ou diffusion non autorisée.

### Comment reconnaître une version illégale de NUMROTO ?

Si vous avez une machine qui ne dispose pas d'une CNC NUM et utilise néanmoins NUMROTO, il s'agit certainement d'une version sans licence et donc illégale.

Si vous souhaitez faire vérifier l'authenticité de NUMROTO, il vous suffit de nous envoyer votre fichier de licence (keyfile) avec l'extension .nky ou .nk4, ainsi que le nom de votre société. Veuillez nous contacter si vous suspectez ou constatez que vous êtes en possession d'une version illégale de NUMROTO. Nous ferons en sorte de trouver ensemble une solution à ce problème.



## Événements

## Calendrier des événements 2020/2021

**GrindTec 2020**  
10 au 13 novembre, à Augsburg, Allemagne  
Hall 7, stand 7100

**IMTEX 2021**  
23 au 28 janvier, à Bangalore, Inde

**Grinding Technology 2021**  
2 au 4 mars, à Tokyo, Japon

**TIMTOS 2021**  
15 au 20 mars, à Taipei, Taïwan

**CIMT 2021**  
12 au 17 avril, à Pékin, Chine



## La famille NUMgear s'agrandit

## Assistant logiciel pour les sondes



## La famille des technologies NUMgear s'agrandit

Flexium CAM, l'environnement de développement de NUM pour interfaces conviviales, et MLEGB, le réducteur électronique ultra-précis, flexible et évolutif, sont les fiers parents de la famille NUMgear.

### NUMgear Hobbing

L'aîné est NUMgear Hobbing, la solution de taillage pour les machines neuves et les modernisations. Il a fait ses preuves depuis de nombreuses années et impressionne fortement grâce à la qualité de ses résultats. Le taillage par génération est encore aujourd'hui le processus le plus rapide pour la production d'engrenages extérieurs par développante.



### NUMgear Shaping

Le façonnage NUMgear est le frère du façonnage de l'engrenage. Les engrenages par développante interne, c'est-à-dire les anneaux, sont façonnés. Plus les engrenages sont compacts, plus il est probable que des bagues à denture interne soient utilisées.



### NUMgear Rectification de la meule filetée

La rectifieuse à meule filetée de NUMgear produit les surfaces de haute précision des engrenages par développante externe qui font qu'une transmission dure plus longtemps que le reste de la voiture et passe pratiquement inaperçue pendant la conduite. La rectification des engrenages NUMgear atteint une qualité de surface supérieure ou égale à DIN 1 à l'aide du MLEGB. Le centrage rapide de l'engrenage pour fixer la position de la dent et le dressage précis de la vis sans fin de rectification rendent le processus rapide et fiable.



### NUMgear Profile Grinding

NUMgear Profile Grinding est l'enfant le plus polyvalent de la famille. Chaque entredent est rectifié individuellement, la meule étant alors dressée exactement à la forme de la dent et de l'entredent. De cette façon, une grande variété de formes de dents peut être produite, de la développante modifiée à la cycloïde. La rectification de profil de NUM permet de calculer et de corriger les profils des développantes et des cycloïdes. Le module calcule le parcours du dressage et contrôle le processus du dressage à la rectification. La rectification de profil convient aux engrenages extérieurs et intérieurs.



### NUMgear Skiving

NUMgear Skiving est le nid de la famille. Bien que la technologie ne soit pas nouvelle, elle n'est devenue réellement productive qu'une centaine d'années après la demande de brevet. Le facteur le plus important est ici le couplage entre l'outil et la pièce. Ceci est garanti par le MLEGB à des vitesses de 16 000 tr/min et par les moteurs et variateurs NUM avec une précision nanométrique. Le dressage convient aussi bien aux engrenages internes qu'externes.

La famille NUMgear va continuer à s'agrandir et à couvrir les nouvelles technologies. Dans ce segment également, les solutions NUM offrent une flexibilité maximale et une forte possibilité de personnalisation. Chacun des modules peut être adapté dans ses fonctions et son opérabilité afin de satisfaire les besoins du client.

## Un assistant graphique pour la mesure de pièces au pied de la machine

Les opérateurs de machines-outils à commande numérique disposent désormais d'un moyen simple pour effectuer des mesures par palpation de pièces et d'outils directement sur la machine.

Une nouvelle option logicielle du spécialiste de la CNC NUM simplifie considérablement l'exécution de cycles de mesure pendant les processus d'usinage CNC.



Le nouvel assistant logiciel de NUM permet aux opérateurs de machines-outils à commande numérique de traiter facilement les mesures par palpation des pièces et des outils.

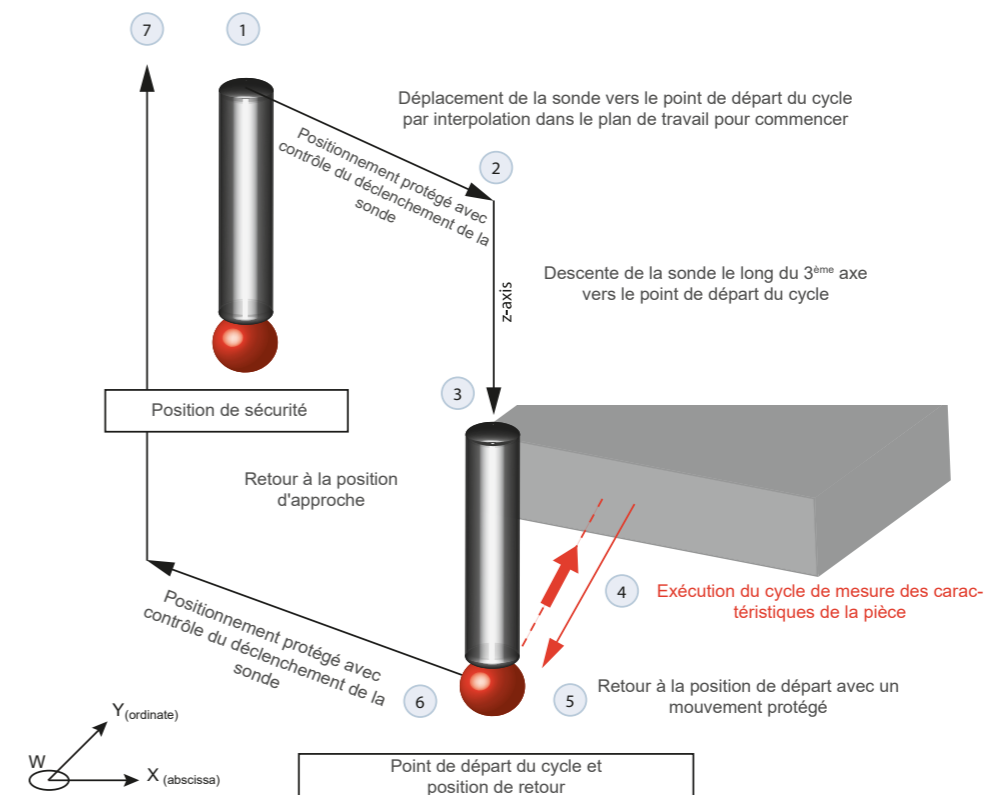
Conçu expressément pour être facile à utiliser, le logiciel se base sur un assistant graphique pour effectuer des cycles de mesure sans avoir à programmer la moindre ligne de code ISO. Il s'avère particulièrement utile pour les ateliers d'usinage qui cherchent à améliorer le contrôle de leur processus ou à augmenter la précision des pièces de précision.

Sous la forme de pages d'IHM utilisables sur tous les systèmes CNC Flexium+ de dernière génération de NUM, cette nouvelle option présente pour les pièces et les outils tous les cycles de mesure standards par palpeur. Pour une polyvalence maximale, il existe 17 programmes différents de mesure de pièce, quatre programmes de calibration de palpeur mobile, ainsi que deux autres programmes pour la calibration du palpeur fixe et le pré réglage de la longueur d'outil. Le système propose également six programmes de mesure spécialement conçus pour les fraiseuses.

Chaque cycle fournit des indications claires tout au long de son déroulement, automatisant ainsi efficacement le processus. L'utilisateur est d'abord invité à préciser les données technologiques de la mesure, telles que la vitesse d'avance et la vitesse de palpation, puis les données préparatoires telles que la position d'approche et les positions de départ, ainsi que les données d'entrée et de sortie spécifiques au cycle sélectionné.

Une fois qu'un cycle de mesure a été activé par l'opérateur, le positionnement du palpeur est contrôlé de façon entièrement automatique par la machine CNC. Le stylet du palpeur est totalement protégé contre les collisions avec la pièce dans l'environnement de travail, toute erreur étant signalée au système CNC et entraînant un arrêt immédiat. Le logiciel comprend la gestion complète de la fonction RTCP (rotation du point central de l'outil), pour traiter les coordonnées inclinées dans le cadre même du cercle de mesure.

Cet assistant de mesure par palpeur proposé par NUM apporte un nouveau niveau de flexibilité dans l'utilisation des machines-outils à commande numérique. Ses capacités avancées permettent d'effectuer des tâches complexes telles que la mesure de la largeur d'une nervure/voilure et calcul du point médian par un palpation paraxial, la mesure du diamètre et du centre d'un alésage ou d'un bossage au moyen de quatre points, la mesure de l'angle d'une surface oblique par palpation le long du troisième axe, et la mesure vectorielle d'un alésage ou d'un bossage par trois points.



La nouvelle option logicielle de palpation automatise considérablement les cycles de mesure pendant les processus d'usinage CNC.

# Le nouveau logiciel pour machines de découpe CNC

## Le nouveau logiciel pour machines de découpe CNC intègre un module CAM / Postprocesseur simplifiant la création de programmes pièces

Un large éventail de fonctions couvrant les applications de découpe jet d'eau, laser et plasma.

NUM, le spécialiste de la CNC haut de gamme a présenté une nouvelle IHM (Interface Homme-Machine) intégrant un module CAM / Post-processeur qui simplifie et accélère encore la création de programmes pièces pour les machines de découpe à commande numérique. Le logiciel comprend également deux nouvelles fonctions d'analyse en temps réel permettant d'améliorer les applications de découpe au jet d'eau dans le but d'augmenter la précision et la qualité de la découpe.

Un grand nombre de constructeurs majeurs de machines de découpe jet d'eau, laser ou plasma choisissent aujourd'hui de baser leurs développements sur les commandes numériques NUM, notamment en raison des nombreuses fonctionnalités et de la souplesse inhérente à la plateforme Flexium de l'entreprise. Lancée en 2012, la plateforme Flexium a acquis une très bonne réputation auprès des fabricants de machines et des utilisateurs finaux pour sa souplesse et sa facilité d'utilisation. NUM continue à développer de nouvelles fonctionnalités logiciel pour répondre aux besoins multiples des utilisateurs ainsi qu'aux nouvelles technologies des machines de découpe.

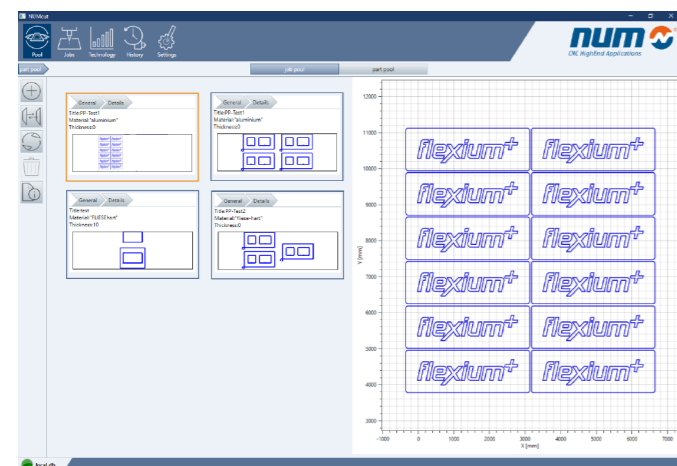


Figure 1 : Ensemble de dossiers existants

La dernière version de cette nouvelle IHM pour les machines de découpe à commande numérique est le résultat d'un travail de développement intensif. Elle inclut les principes de connectivité d'Industrie 4.0 et comporte une toute nouvelle IHM, connue sous le nom de NUMcut, qui intègre des fonctionnalités qui nécessitaient auparavant l'utilisation d'un post-processeur CAO/FAO à part entière.

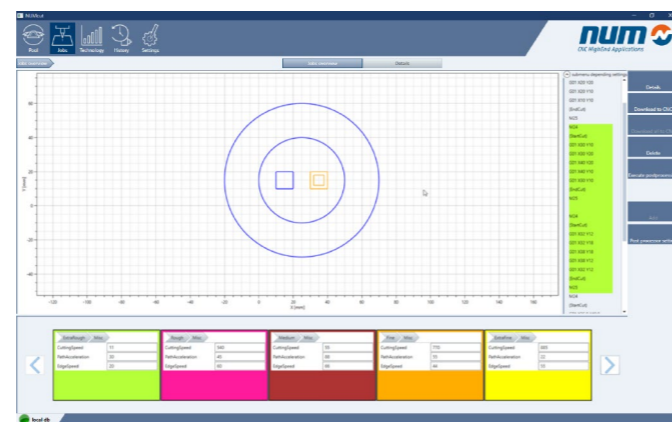


Figure 2 : Attribution de la qualité de coupe

En général, les utilisateurs préparent les programmes de pièces pour les applications de découpe CNC sur une sorte de système CAO/FAO présent dans la machine dans la zone de production. Un élément clé de ce travail est le post-traitement du fichier ISO résultant pour y inclure les données de coupe spécifiques à la machine. Il s'agit d'un processus hautement itératif qui peut entraîner des erreurs d'interprétation et consommer un temps important pour résoudre d'éventuels problèmes d'usinage.

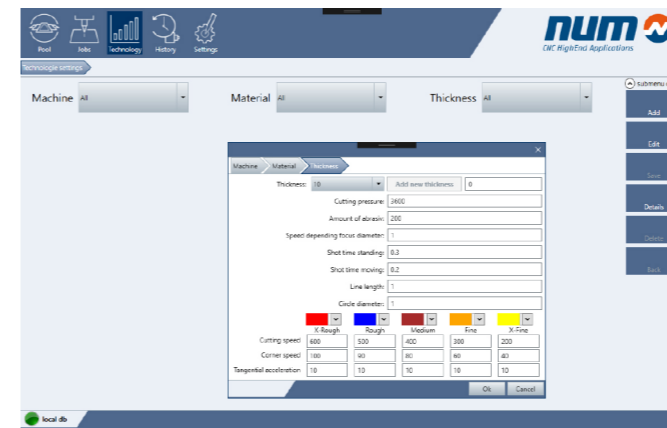


Figure 3 : Base de données sur la technologie des masques d'entrée

Pour augmenter la productivité, l'IHM NUMcut inclut un puissant module CAM / Postprocesseur résidant dans la machine. Les seules données qui doivent être transférées à la machine avant le début des opérations de coupe sont la géométrie de la pièce et la qualité souhaitée de chaque coupe. Ces données peuvent être reprises de pratiquement n'importe quel type de logiciel de CAO / FAO fonctionnant sur un PC standard.

Toutes les autres données nécessaires, telles que les vitesses de coupe, la quantité d'abrasif en fonction du matériau à couper, etc. sont automatiquement complétées par la commande numérique. Le module CAM / Postprocesseur utilise une base de données technologique contenant toutes les informations pertinentes requises par la commande pour générer automatiquement un programme pièce exécutable. Les données dans la base sont préinstallées par le fabricant de la machine et peuvent être modifiées ou complétées par l'utilisateur si nécessaire, comme par exemple pour s'adapter à de nouveaux matériaux.

La base de données elle-même, qui contient effectivement l'expertise de la société de production, peut soit résider sur des machines de découpe individuelles, soit être stockée sur un disque dur réseau afin que plusieurs machines puissent y accéder.

L'IHM NUMcut affiche tous les fichiers dont dispose l'opérateur de la machine dans un style clair et sans ambiguïté. Grâce à l'écran tactile du système CNC, l'opérateur peut identifier chaque action successive de la machine en cliquant et en faisant glisser des icônes du pool de fichiers vers une « liste de tâches ». Le travail en cours dans la machine et la position actuelle de l'outil de coupe dans le travail en cours sont tous deux représentés graphiquement. Si nécessaire, l'opérateur peut modifier la liste des tâches en cours de traitement pour s'adapter aux différentes exigences de production, telles que les livraisons express par exemple.

NUMcut offre également deux fonctions d'analyse en temps réel pour les applications de découpe au jet d'eau. Dans la découpe au jet d'eau, la vitesse de traitement avant les virages doit être réduite pour diminuer le sillage du jet de coupe afin de maintenir la qualité de coupe. En utilisant les informations en provenance de la base de données technologiques, le contrôle adaptatif de l'avance (AFC) de NUMcut analyse la géométrie de la trajectoire et optimise automatiquement la vitesse de coupe pour suivre au mieux le rayon de la courbe ou l'angle du virage.

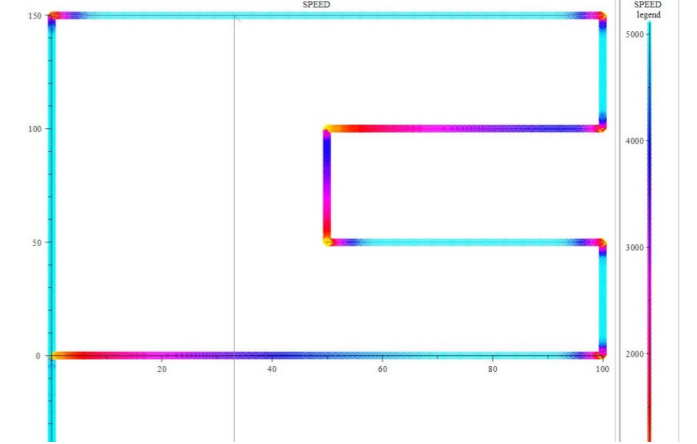


Figure 4 : Vitesse de coupe adaptative

Une autre caractéristique inhérente à la découpe jet d'eau est que la forme du jet change en fonction des conditions de coupe, de sorte qu'en fonction de la vitesse, la largeur de la fente peut varier considérablement. Si cette imprécision doit être compensée, NUMcut propose une fonction de contrôle de décalage variable (COV). Cela permet de modifier automatiquement la trajectoire de coupe afin que le contour final de la pièce reste fidèle à la taille malgré le changement de rayon du faisceau de coupe, maintenant ainsi la précision dimensionnelle de chaque pièce coupée.

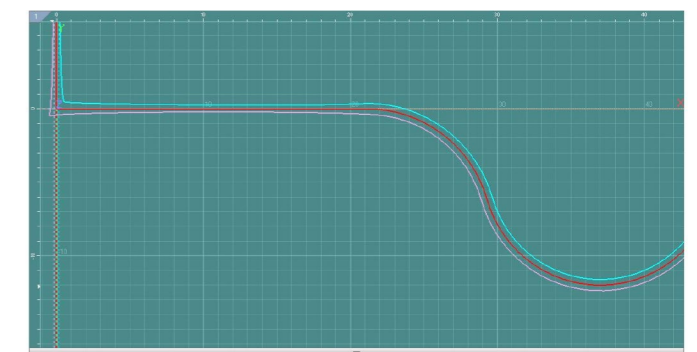


Figure 5 : Largeur du trait de scie dépendant de la vitesse

## Solution de prévention grâce à l'intelligence artificielle

## Rectification non cylindrique rendue facile



## NUM Fonctions de diagnostic et de prévention des erreurs grâce à l'intelligence artificielle (IA)

Au cours de la vie d'une machine, certaines pannes vont provoquer des interruptions dont la durée peut s'étendre de quelques heures à plusieurs jours. Un arrêt machine signifie un retard dans les livraisons, ce qui peut avoir un impact important sur la qualité du service ainsi que sur les coûts (et dans certains cas, entraîner des pénalités).

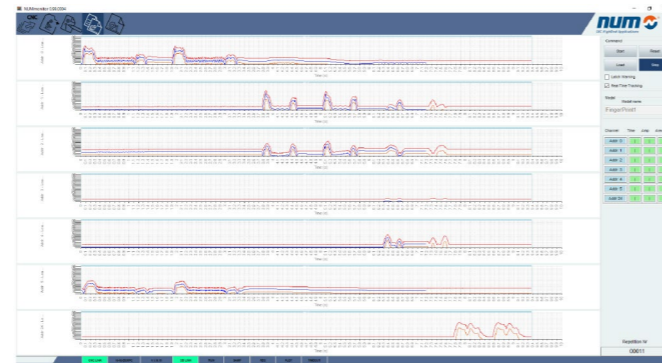
Pour réduire l'impact des arrêts de machines, la prévision des pannes est très importante ; elle permet de s'approvisionner en pièces de rechange à l'avance et de planifier une intervention dans la période la plus appropriée avant que la panne ne se produise. NUM propose deux solutions différentes de diagnostic et de prévention des pannes, basées sur deux concepts différents : une application logicielle appelée NUMmonitor et une solution de diagnostic et de prévention qui utilise l'intelligence artificielle (IA). Ces deux solutions visent à anticiper les problèmes mécaniques d'une machine tels que : l'augmentation de la friction, du jeu, des vibrations, de l'instabilité... Ainsi que des problèmes électriques tels que : la réduction du rendement du moteur causée par la réduction de la puissance des aimants (par exemple), un mauvais calage du codeur, l'absence d'une phase, des problèmes techniques sur les variateurs...

Les deux solutions font appel à des approches différentes :

- NUMmonitor crée une signature de la machine ; en comparant périodiquement la machine à sa signature, il est possible de prévoir une perte de qualité ainsi que d'éventuelles défaillances.
- Le diagnostic et la prévention à l'aide de l'IA permettent de surveiller « en ligne » le comportement des machines et de générer des alertes en cas de phénomènes déviants (pannes, vieillissement, problèmes de lubrification, etc.).

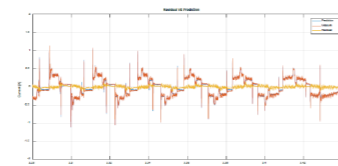
Voyons comment NUMmonitor fonctionne dans le détail. En faisant fonctionner la machine avec un programme pièce de test, il est possible de créer automatiquement une courbe moyenne pour une variable d'axe (courant ou charge d'axe, par exemple). Grâce à cette courbe moyenne et un paramétrage utilisateur, des courbes enveloppes minimales et maximales sont générées. Ces enveloppes définiront la déviation maximale autorisée pour la variable sélectionnée. Le contrôle périodique de la machine, au moyen du même programme de pièce, permettra d'identifier les écarts et les décroissances de performance. Le NUMmonitor, utilisé conjointement avec un système NUM Flexium+ ne nécessite aucun dispositif ni capteur supplémentaire et le processus de contrôle complet peut être automatisé.

Au-delà de la fonction de prise de signature, NUMmonitor peut également être utilisé afin de surveiller les processus d'usinage. Une approche alternative utilise l'intelligence artificielle (IA) pour mettre en

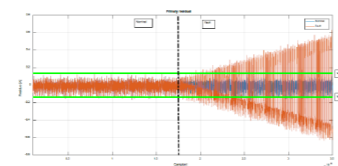


Exemple d'une machine où 7 axes sont surveillés. Bleu : valeur moyenne du courant des axes mesurés lorsque la machine est neuve et testée, Rouge : courbes des enveloppes minimales et maximales

œuvre des fonctionnalités de diagnostic et de prévention des erreurs ; une fois qu'une machine a été entièrement mise en service et est prête à entrer en production, un processus d'apprentissage de la machine démarre. En utilisant la machine en mode automatique (par exemple lors de situations d'usinage standard), diverses variables sont collectées, et grâce à ces données un réseau de neurones est conçu et réglé. L'application logicielle NUMai met en œuvre le réseau neuronal précédemment conçu et réglé ; elle fonctionne sur le PC industriel de la machine (le même PC utilisé pour l'IHM) et émule en permanence le comportement normal de la machine lorsqu'elle est en utilisation. Si après un certain temps, le comportement de la machine change en raison du vieillissement, de pannes, de problèmes de lubrification, etc., le logiciel NUMai identifiera la déviation et émettra un avertissement ! Pour résumer le principe : un réseau de neurones apprend comment la machine fonctionne dans des conditions normales, si des déviations (par exemple un problème mécanique) se produisent, alors le phénomène est identifié ! Comme précédemment expliqué, la solution est complètement intégrée et aucun capteur supplémentaire n'est nécessaire.



Cet exemple montre la comparaison entre la prédiction d'une variable (bleue) faite par un réseau de neurones et la valeur mesurée de la variable (rouge). L'erreur résiduelle est indiquée en jaune.



Cet exemple montre l'erreur résiduelle sur une variable surveillée ; lorsqu'une erreur se produit (côté droit), l'erreur résiduelle augmente et un avertissement est émis.

## Rectification non circulaire

Si nous regardons un disque à cames, par exemple, nous voyons que même les pièces non circulaires doivent être rectifiées. Avec la rectification cylindrique, il faut obtenir une forme parfaitement ronde, alors qu'avec la rectification non circulaire, nous voulons obtenir la forme non circulaire définie avec la qualité de surface correspondante.

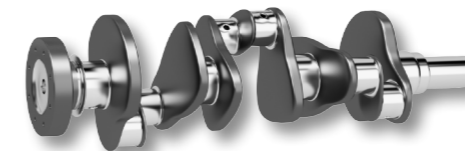
NUM possède une grande expérience des applications de rectification. Outre la rectification d'outils, NUM propose également la rectification cylindrique extérieure et intérieure, la rectification de surface et la rectification cylindrique sans centre avec des systèmes CNC spécialement adaptés à l'application concernée.

La rectification non circulaire est une spécialité de la rectification cylindrique avec les systèmes CNC NUM. L'axe C est interpolé ou synchronisé avec les axes X et Z de manière à pouvoir rectifier des formes qui ne peuvent pas être produites avec une machine de rectification cylindrique conventionnelle.

Les images suivantes montrent quelques formes ou pièces qui peuvent être rectifiées. Il n'y a pas de limites à la variété des formes pour les surfaces convexes (courbées vers l'extérieur). Pour les surfaces concaves (courbées vers l'intérieur) il y a bien entendu des limites géométriques liées au processus.



Arbre à cames



Vilebrequins

### Fonctions

La rectification non circulaire est une application de rectification extrêmement complexe, car le contour non circulaire entraîne des conditions d'engagement et de mouvement en constante évolution sur la pièce à rectifier. Un logiciel spécial est donc nécessaire pour garantir le succès de la rectification non circulaire. Avec NUMgrind, la forme fermée de la « pièce » est définie dans le plan XY. Cependant, la rectification est effectuée par interpolation ou synchronisation de l'axe X avec l'axe C (broche). Un mouvement axial en Z peut y être ajouté. Ce mouvement est effectué par oscillation ou par rainurage multiple. Le contour est transformé dans le plan XY en un plan XC et les mouvements de compensation et d'avance correspondants sont calculés en tenant compte du diamètre de la meule. Le contour peut être doté d'un profil de vitesse, qui est bien sûr également transformé, la commande prenant automatiquement en compte les vitesses et accélérations maximales définies. Ces cycles de rectification non circulaire sont inclus dans le pack de rectification non circulaire NUMgrind de la Flexium+ et sont prêts à l'emploi.



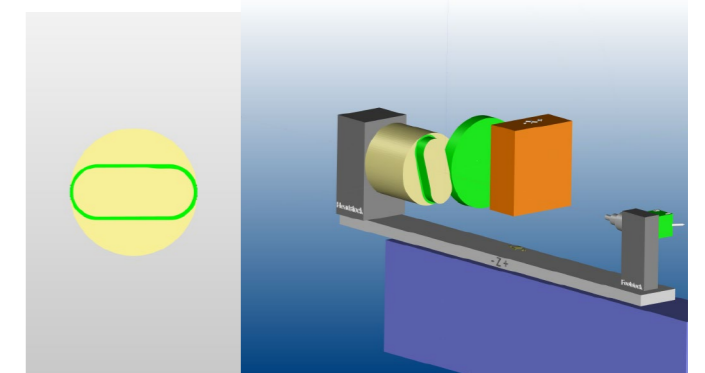
Poinçons

Dans l'IHM associée, un grand nombre de formes prédéfinies sont disponibles, ce qui facilite grandement la programmation des pièces. Cependant, les profils peuvent également être importés et adaptés. Après avoir rempli les pages de dialogue et déterminé la séquence d'usinage, l'IHM NUMgrind crée le programme pièce nécessaire, qui peut ensuite être exécuté sur la machine.



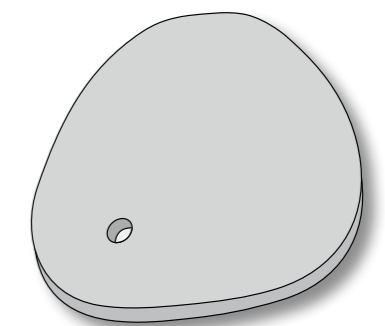
Aperçu de la page de saisie pour la forme de l'œuf

Avec Flexium 3D, il est possible de simuler les mouvements de meulage et l'enlèvement de matière. Exemple :



Simulation 3D de la rectification non circulaire

Le paquet NUMgrind contient des cycles de rectification complets pour la rectification cylindrique externe/intérieure et, en option, la rectification non circulaire. Il est fourni comme un ensemble complet clé en main, mais peut être complété individuellement par des cycles et des fonctions supplémentaires.



Plaques à came

# Jumeau numérique, un objet réel dans le monde numérique



## Jumeaux numériques

Le développement de jumeaux numériques visant à reproduire numériquement le comportement d'un objet réel constitue l'un des piliers de l'industrie 4.0 et fait partie des principales tendances technologiques actuelles. Un jumeau numérique est constitué de données et d'algorithmes qui le relie au monde réel.

Un jumeau numérique peut être le modèle virtuel

- D'un produit
- D'un processus (machines, installations, production)
- D'un service (respect des délais de livraison, contrôle de la qualité)

Ces objets, processus ou services ne doivent pas nécessairement déjà exister dans le monde réel. Ils pourraient très bien être en cours de développement.

Parmi les avantages de cette imbrication des mondes réel et virtuel on peut citer le développement parallèle de la mécatronique, la surveillance des systèmes (comprendre et traiter les problèmes avant même qu'ils ne surviennent ; éviter les temps d'arrêt) et l'analyse des données. Lorsqu'ils sont utilisés correctement, les coûts et le temps de mise sur le marché peuvent s'en trouver drastiquement réduits.

### Produit jumelé

En tant que fabricant de systèmes de contrôle, nous voulons soutenir nos clients dans la production et la maintenance de leur machine. C'est pourquoi le présent article se concentre sur la création d'un jumeau numérique de leur produit : le jumeau produit. Il est créé au début d'un développement et est étendu étape par étape jusqu'à ce que le produit réel existe. Il comprend la structure du produit ainsi que d'autres informations telles que la géométrie issue d'une CAO mécanique, le schéma électrique d'une CAO électrique, le logiciel, etc. Cela permet aux équipes de développer en parallèle et de manière efficace.

Sans jumeaux numériques, les composants mécaniques de la machine ne peuvent être réunis avec le système de contrôle que lors de la mise en service. Le temps de développement est donc long, risqué et coûteux, car les problèmes ne sont détectés que tardivement. La base d'une véritable mise en service est la machine réelle, qui n'existe pas encore pendant la phase de développement, mais seulement beaucoup plus tard dans le processus. Le jumeau numérique, en revanche, est déjà disponible à un stade précoce et peut être utilisé pour une mise en service virtuelle pendant la phase de développement et ce avant même que les premières pièces mécaniques ne soient fabriquées et n'existent dans la réalité. Le jumeau numérique « simule » la mécanique, les actionneurs et les capteurs de la future machine réelle et offre une représentation réaliste en

3D des réactions de la machine. Cela ouvre de nouvelles possibilités pour le développement du logiciel de l'automatisme, car ce dernier peut alors être testé et optimisé, sur le jumeau numérique, à un stade précoce.

### Structure

Un système avec un jumeau numérique se compose de trois éléments :

- Objet réel
- Jumeaux numériques dans l'espace (partiellement) virtuel
- Informations qui relient les deux objets entre eux

Il existe essentiellement deux types de jumeaux numériques :

- Avec matériel dans la boucle (HiL)
- Avec logiciel dans la boucle (SiL)

Dans le cas avec matériel dans la boucle, le jumeau numérique comprend un véritable contrôleur. Cela signifie que le PC équipé du logiciel du jumeau numérique est relié au contrôleur par un câblage. Sur le contrôleur, la version actuelle du logiciel est exécutée en interaction avec le modèle de simulation dans le jumeau numérique. Des signaux sont échangés entre les deux systèmes, et la visualisation 3D dans le jumeau numérique affiche la séquence du programme de manière réaliste.

Dans le cas « logiciel dans la boucle », le jumeau numérique communique avec un contrôleur virtuel. L'ensemble des fonctionnalités se trouve sur un PC. C'est une possibilité qui peut être avantageuse dans une phase de développement précoce, lorsque le contrôle réel n'est pas encore disponible.

### Mise en service virtuelle

La mise en service virtuelle permet d'accroître l'efficacité et de réduire les délais de développement. En outre, un niveau de développement nettement plus élevé du logiciel est atteint avant le début de la mise en service sur la machine réelle. Ainsi, la mise en service des machines peut être effectuée dans un délai plus court, de manière plus rentable et avec moins de risques potentiels. Une autre application de la mise en service virtuelle est l'optimisation de la machine, par exemple comparaison des plusieurs systèmes de chargement. Si le jumeau numérique reflète bien la réalité, également en termes de temps de réaction, différentes versions de la mécanique peuvent être mises en balance sans qu'il soit nécessaire de les fabriquer.

Le jumeau numérique peut également être utilisé à des fins de formation, ce qui constitue un avantage supplémentaire. Cela signifie que le personnel d'exploitation peut être formé virtuellement sur le système de contrôle réel en liaison avec la simulation.

Dans une salle d'exposition de machines, on pourrait ainsi présenter des machines ou des variantes qu'il serait impossible d'exposer physiquement pour une simple raison de place.

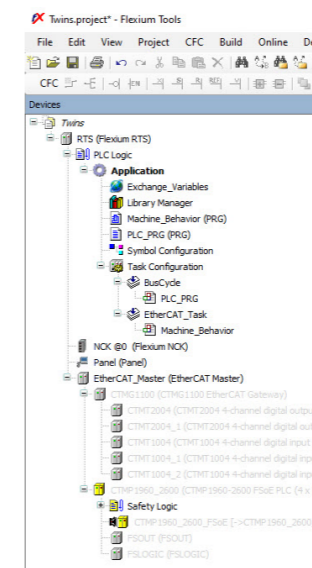
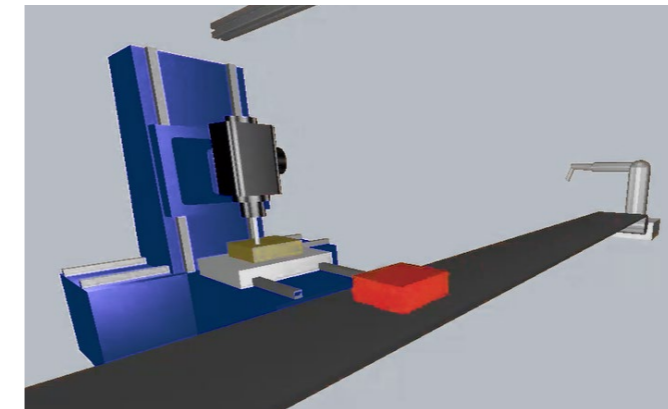
### Jumeaux numériques avec systèmes NUM

Nous proposons deux versions de jumeaux numériques. D'une part un ensemble de « logiciels et matériel dans la boucle », d'autre part une solution plus classique « matériel dans la boucle ».

La première version comprend un modèle de machine dans l'automate intégré de la commande Flexium+. Ce modèle est un programme automate autonome et utilise des composants prédéfinis lesquels simulent des éléments individuels de machine, tels que des capteurs, des broches, des vérins pneumatiques, etc. La commande numérique exécute les programmes CN et simule les mouvements des axes de la machine. Afin de bien comprendre le comportement général, il est utile de visualiser le processus. L'objet Depictor de CoDeSys est utilisé à cette fin. Il sert à modéliser et à animer la machine. Les informations pour l'animation du modèle proviennent du programme de simulation de l'automate et de Flexium NCK.

Le jumeau numérique se compose donc de

- Automate Flexium (par exemple FS154i)
- CN Flexium (Flexium NCK)
- Flexium Tools
- Depictor CODESYS



Le jumeau numérique se compose donc de

- Automate Flexium (par exemple FS154i)
- CN Flexium (Flexium NCK)
- Flexium tools
- PC
- ISG-virtuos
- Module d'interface dans Flexium+ pour la connexion avec le système ISG Virtuos



Jumeaux numériques Connexion Flexium+

Cette machine virtuelle est utilisée pour simuler des situations d'essai et de mise en service réalistes, y compris toutes les fonctions de l'automatisme et la commande numérique. Les tests du système peuvent également être effectués automatiquement. Les fonctions ainsi développées et testées sont ensuite simplement transférées dans les systèmes réels.

La solution choisie dépend de plusieurs facteurs et il n'est pas toujours facile de savoir laquelle sélectionner. Nos ingénieurs seront heureux de vous aider avec leur savoir-faire dans l'élaboration des critères de décision ou même dans la réalisation de la machine virtuelle.

Nous proposons également une solution plus classique « Matériel dans la boucle ». Pour cela, nous utilisons ISG-virtuos, qui a une solution spécialisée dans les applications en temps réel. Cet outil permet de tester, de mettre en service et d'optimiser des systèmes d'automatisation avec de vrais contrôleurs. ISG-virtuos remplace la machine par un PC et communique avec le système Flexium+ en temps réel par l'intermédiaire du bus EtherCAT. La machine virtuelle est construite à partir de composants, qui se comportent comme leurs homologues réels en termes d'interfaces, de paramètres et de modes de fonctionnement. La structure du système réel est ainsi reproduit en détail et les mouvements de la machine sont affichés par l'intermédiaire d'une simulation en 3D.

## L'accéléromètre résout les problèmes de vibrations

## Un travail plus efficace grâce aux nouvelles fonctions de la CNC



### Accéléromètre NUM

De nombreuses entreprises proposent déjà de très bons capteurs, y compris des accéléromètres. Alors pourquoi NUM propose-t-elle sa propre solution ?

La plupart des systèmes de mesure d'accélération disponibles sur le marché ne sont pas capables d'échantillonner à fréquence élevée ; ils ont généralement besoin d'une électronique de conditionnement supplémentaire avant de pouvoir être connectés à un système CNC / PLC via un bus de terrain qui, dans le meilleur des cas, fournit des données toutes les quelques millisecondes.

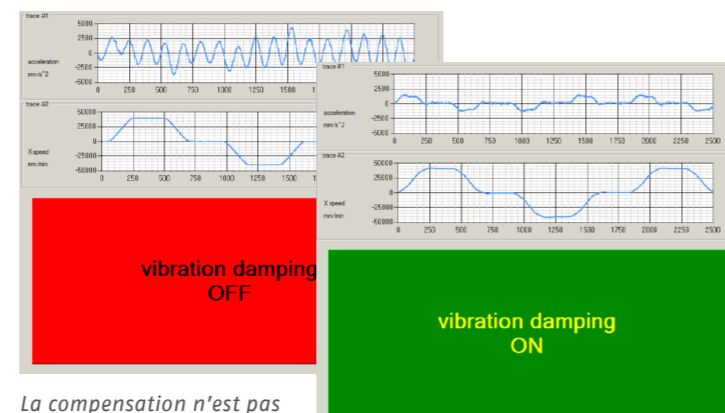
Les vibrations typiques d'une machine peuvent-elles être amorties si la valeur d'accélération n'est disponible que toutes les quelques millisecondes ?

La réponse est non, ce n'est pas possible. NUM a donc décidé de développer son propre accéléromètre qui sera directement connecté aux servomoteurs de la machine. Échantillonné à 100 microsecondes, il peut être utilisé dans des asservissements en boucle fermée avec des largeurs de bande allant jusqu'à quelques centaines de hertz.

L'une des applications les plus intéressantes est la suivante : le point central de l'outil (TCP) d'une machine-outil vibre en raison des modes de vibration de la structure mécanique de la machine. Bien que la machine soit équipée d'un codeur haute résolution (intégré dans le servomoteur), il ne sera pas possible d'amortir la vibration du TCP car elle n'est pas mesurée. La modélisation de systèmes complexes pourrait donner quelques résultats efficaces, mais la complexité reste très élevée et la robustesse de la compensation est assez faible ; par exemple dans le cas d'un petit changement de paramètre tel que l'inertie, l'efficacité de la compensation sera perdue.

En mesurant l'accélération TCP (dans chacune des principales directions des axes X, Y et Z) avec les accéléromètres NUM connectés aux servomoteurs NUM et en utilisant des fonctions avancées comme DEM-X (Drive Embedded Macro) ainsi que la fonction d'amortissement actif de NUM, la vibration TCP peut être amortie avec précision ! Un exemple est présenté dans les photos ci-jointes.

Dans certains cas, des règles de mesure de précision sont utilisées. Celles-ci permettent d'utiliser l'amortissement actif de NUM pour agir sur les vibrations de la chaîne cinématique, mais elles n'entraînent pas automatiquement l'amortissement des vibrations du TCP. Ce qui précède n'est que l'un des nombreuses situations qui peuvent être résolues grâce à l'accéléromètre de NUM. Les informations relatives à l'accélération peuvent également être transmises de manière numérique et cyclique au Flexium+ NCK et stockées dans la mémoire tampon du Multi-NCK.



La compensation n'est pas engagée

Trace # 2 : Vitesse de l'axe X, Trace #1 : Le point final vibre à sa fréquence naturelle (environ 3 Hz)

La compensation est engagée

Trace # 2 : Vitesse de l'axe X, Trace #1 : Le point final est en mouvement et l'accélération est égale à celle programmée (résonnance naturelle annulée)

Ces informations peuvent ensuite être téléchargées de manière cyclique vers le domaine Windows pour une utilisation ultérieure ou pour être utilisées avec NUMmonitor.

Les informations sur l'accélération peuvent également être utilisées pour : optimiser le processus d'usinage (par exemple, pour éviter le « broutage »), détecter les vibrations de la broche (problèmes de roulements), détecter le déclassement mécanique (frottement / jeu), détecter et enregistrer les crashes de la machine, estimer la durée de vie des outils, détecter les casses d'outils, etc...

L'accéléromètre de NUM connecté à un système CNC Flexium+ de NUM peut être utilisé pour résoudre de nombreux problèmes. N'hésitez pas à nous contacter, nous pouvons vous aider à résoudre les problèmes que vous rencontrez.

## Nouvelles fonctions de la CNC : Cycle de Fraisage Trochoïdal (G725) et Cycle de Gravure (G730)

Dans le cadre de la dernière révision du logiciel Flexium+, NUM a développé un ensemble de cycles spécialisés, orientés fraisage. Le premier de ces cycles est destiné à réduire fortement le temps de certains usinages ; quant à l'autre, il offre des possibilités avancées de gravure.

### FXS0000700 Cycle de fraisage trochoïdal (G725)

Un mouvement trochoïdal/cycloïdal correspond à la trajectoire décrite par un point sur la circonférence d'un cercle lorsque le centre de celui-ci se déplace le long d'une ligne droite. Le fraisage trochoïdal est une stratégie de fraisage avancée qui utilise les nouvelles possibilités des systèmes FAO et les possibilités correspondantes des systèmes de commande. Ces cycles permettent d'obtenir un engagement d'outil cohérent, un enlèvement de matière plus important et une épaisseur de copeau constante. Des processus d'usinage optimaux et efficaces sont ainsi garantis.

Les principaux avantages pour le client sont les suivants :

- Diminution des efforts de coupe
- Échauffement réduit
- Plus grande précision d'usinage
- Durée de vie de l'outil augmentée
- Temps de cycle plus courts
- Un seul outil pour plusieurs tailles de gorges

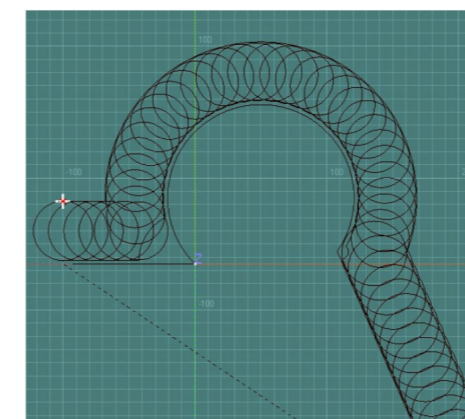
Le cycle de fraisage trochoïdal est activé, en ISO NUM, par la programmation de G725 associé à différents paramètres, parmi lesquels la définition de l'avance.

La syntaxe est la suivante :

G725 EL.. [EF.] [EG..] [ES..] [EE..] ER.. EH.. H..N.. N.. Q..

Description des paramètres du cycle :

EL..	Largeur de la gorge
EF..	Avance en usinage
ES..	Rapport d'avance pour la phase de retour
ER..	Plan de retrait dans l'axe d'outil
EH..	Plan de retrait dans l'axe d'outil
EG..	Mouvement dans le sens horaire (-) ou antihoraire (1)
H..	Fichier où est programmé le profil
N..N..	Premier et dernier bloc du profil
Q..	Pas de progression
EE..	Usinage de finition ou non



FXS0000700 Cycle de fraisage trochoïdal (G725)

### FXS0000701 Cycle de gravure (G730)

Le cycle G730 permet de graver, par interpolation, des caractères définis dans une chaîne de texte. Les lettres majuscules et minuscules (A-Z et a-z), les chiffres de 0 à 9 et certains caractères spéciaux font partie des symboles disponibles. Il est possible d'écrire parallèlement à un axe, selon une certaine inclinaison, ou le long de la circonférence d'un cercle de rayon programmable. Chaque lettre peut également être inclinée selon un angle supplémentaire. Ce cycle de gravure permet à l'utilisateur final d'écrire un texte (tel qu'une identification, des numéros de série, un code de pièce ou la date et l'heure) sur la pièce sans utiliser un système CAO/FAO ou tout autre logiciel. Le cycle de gravure G730 dispose d'un ensemble complet de paramètres pour déterminer la position, la disposition et le motif du texte.

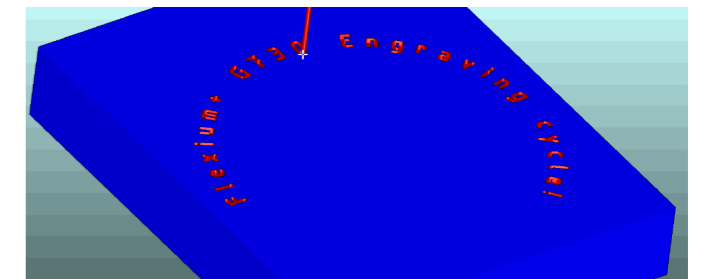
La syntaxe est la suivante :

G730 X.. Y.. Z.. R.. EL.. EA.. EI.. ER.. EH.. EX.. F..

Le cycle de gravure G730 dispose d'un ensemble complet de paramètres pour déterminer la position, la disposition et le motif du texte.

X..	Abscisse du point inférieur droit du rectangle comprenant la première lettre
Y..	Ordonnée du point SE du rectangle comprenant la première lettre
Z..	Position Z de l'extrémité de la gravure (profondeur)
EL..	Hauteur des lettres
F..	Avance d'usinage
ER..	Plan de retrait dans l'axe d'outil
EH..	Plan de départ de l'usinage et des mouvements effectués entre les lettres
R..	Rayon du cercle sur lequel le texte est gravé
EA..	Angle d'inclinaison du texte si ligne droite ou angle de départ dans un cercle
EI..	Espacement entre les caractères
EX..	Rotation supplémentaire de chaque caractère
EP..	Trajectoire axiale

Un des aspects notables de ces nouvelles fonctions est qu'elles se présentent sous la forme de cycles appelés par fonctions G définissables par l'utilisateur. Cela permet non seulement une plus grande flexibilité, mais montre également la puissance de ce concept de fonctions G pour ce type d'applications. Bien entendu, la CNC Flexium+ dispose de la puissance de calcul nécessaire pour traiter une fonction native, mais une fonction G définie par l'utilisateur va se montrer tout aussi efficace qu'une fonction intégrée tout en offrant en outre plus de possibilités de personnalisation. Vous trouverez de plus amples informations sur les fonctions G725 et G730 ou sur d'autres fonctions G définies par l'utilisateur dans la documentation Flexium+ ou auprès de votre interlocuteur NUM habituel, qui sera heureux de vous conseiller et de vous aider à trouver la solution la plus adaptée à vos besoins.



FXS0000701 Engraving Cycle (G730)

## La protection du savoir-faire à l'ordre du jour

## Compenser les erreurs de géométrie



## Protégez votre savoir-faire

L'excellence des machines se caractérisent par une ou plusieurs offres commerciales uniques (USP—unique selling proposition), qui les différencient de la concurrence et contribuent à soutenir le marketing. Ces USP peuvent être de nature très divers, même si aujourd'hui elles sont très souvent caractérisées par des fonctions logicielles ou une combinaison de différentes disciplines. Une USP et le savoir-faire nécessaire à cette USP doivent être protégés autant que possible. Il est certainement payant d'être un peu paranoïaque à ce stade. Il est important que les machines concurrentes ne puissent pas incorporer l'USP simplement par copie. Étant donné qu'un grand nombre des USP d'aujourd'hui impliquent des logiciels, des mécanismes de protection appropriés sont de plus en plus nécessaires sur les différents systèmes. Il y a bien sûr aussi d'autres raisons de protéger les logiciels, comme la protection contre les modifications involontaires ou pour des raisons de sécurité, comme par exemple avec un automate de sécurité.

Le système Flexium+ offre différentes options pour la protection du savoir-faire. Le système peut être divisé globalement en trois domaines : PLC, CNC/drives et IHM ou logiciels fonctionnant sur le PC. Dans chaque zone, les fonctions peuvent être protégées contre les accès respectivement des copies non autorisés.

### PLC

Commençons par l'automate programmable et la protection contre les modifications accidentelles. Flexium Tools offre la possibilité d'ouvrir un projet en mode lecture seule, ou dans le projet lui-même, vous pouvez définir qu'il ne peut être ouvert qu'en mode lecture seule. La protection effective contre la copie ou la protection du savoir-faire est obtenue par le cryptage du fichier de projet. Cela se fait soit avec un mot de passe du projet, à l'aide de la clé de sécurité CODESYS (dongle), soit à l'aide d'un certificat. Si seul un certain module de l'automate doit être protégé, ce qui présente des avantages en termes de maintenance, il est possible de travailler avec des bibliothèques protégées. Le fichier de bibliothèque sur l'automate ne contient plus de code source, mais seulement un code pré-compilé crypté.

Pour que les futures opérations de service restent simples, le code source du projet PLC devrait toujours être disponible sur la commande, qu'il soit non crypté, avec des bibliothèques cryptées ou entièrement crypté.

### CNC/drives

Au niveau CNC/drives, Flexium+ offre la possibilité de stocker et d'exécuter des programmes CNC (fonctions M et G, sous-routines, programmes macro et programmes en temps réel) de manière protégée. À cette fin, les programmes sont chargés dans des zones de mémoire spéciales de la commande et, si souhaité, cryptés par un mot de passe. Lors de la protection des programmes, il est possible de déterminer si

le code du programme est affiché ou non pendant l'exécution du programme. Si une sauvegarde est effectuée par la commande, ces programmes ne sont déchargés de la commande que sous forme cryptée. Pour éviter que ces programmes spéciaux ne s'exécutent sans autorisation sur d'autres commandes NUM, le code de programme peut être lié au numéro de série de la commande numérique. Cela permet d'exécuter le programme exclusivement sur cette commande. Si, par contre, un programme doit être lancé pour un certain type de machine ou, en option, pour plusieurs machines, cela peut se faire en interrogeant les bits d'option. Les bits d'option sont contenus dans un fichier de licence qui est crypté avec le verrou de licence de la CNC.

### IHM/logiciels

Comme dans le reste du système, l'interface utilisateur standard fonctionnant sur le PC n'est pour la plupart du temps pas protégée. Si des parties spécialement développées de l'interface utilisateur ou d'autres modules logiciels fonctionnant sur le PC doivent être protégées, diverses méthodes sont utilisées, en fonction de l'objectif réel de la protection. Les IHM technologiques développées à l'aide de Flexium CAM peuvent être protégées par un mot de passe et cryptées. Si d'autres parties de l'IHM ou d'autres logiciels doivent être protégés, le fabricant de la machine peut utiliser les mécanismes de protection qu'il a déjà mis en place pour ces cas. Si le fabricant de la machine n'a pas de préférence, nos ingénieurs seront bien sûr prêt pour analyser les mécanismes de protection pour l'application respective et de faire une proposition concrète. Grâce au système CNC ouvert et évolutif, les parties logicielles fonctionnant sur le PC peuvent également être reliées et codées avec les bits d'option utilisés dans la CNC proprement dite.



La protection du savoir-faire et donc le cryptage des logiciels devient de plus en plus important. Il n'est certainement pas faux d'avoir quelques réflexions sur ce sujet. Grâce à leurs vastes connaissances, nos ingénieurs sont à votre disposition.

## Compensation des erreurs de perpendicularité et d'alignement entre les axes

Un aspect critique de la géométrie des machines-outils est la perpendicularité entre les axes. La non perpendicularité consisterait à ce que deux axes dits orthogonaux (tables mobiles, glissières) ne soient pas montés avec un angle exact de 90° de l'un par rapport à l'autre.

Lors de la fabrication et de l'assemblage de composants mécaniques, il se produit des déviations géométriques qui déforment les mouvements le long des axes d'une machine-outil.

Les erreurs de perpendicularité peuvent être engendrées par une flexion mécanique ou un mauvais alignement lors de l'assemblage des pièces, ou bien à des surfaces usinées de pièces solides qui ne sont pas parfaitement perpendiculaires, ou encore à un positionnement manquant de précision entre plusieurs pièces.

La norme ISO 230 définit les erreurs de position (c'est-à-dire les erreurs de positionnement et d'orientation), qui sont décrites par des valeurs constantes et signées. A partir de là, les erreurs de perpendicularité et d'orientation entre les axes peuvent être facilement modélisées.

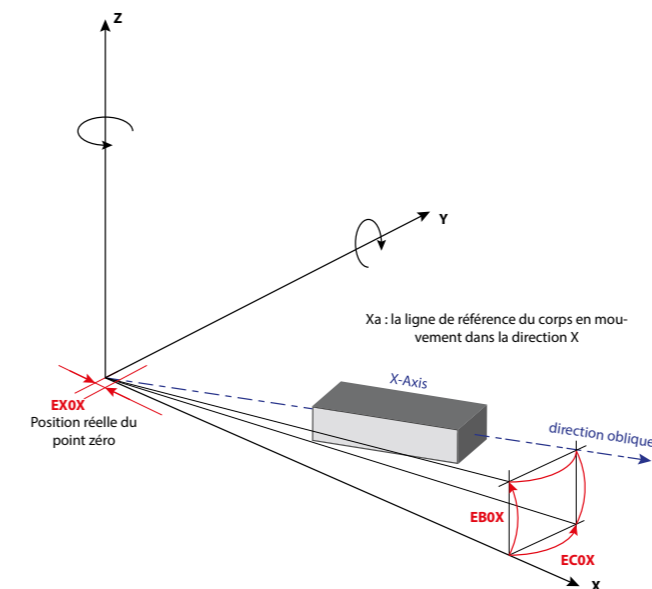


Fig.1 Erreur de position pour un axe linéaire (axe X)

La figure 1 montre l'erreur de position pour un axe X, où

- $EBoX$  est l'erreur d'orientation de l'axe X autour de la direction Y ;
- la mesure de perpendicularité de X par rapport à l'axe Z ;
- $ECoX$  est l'erreur d'orientation de l'axe X autour de la direction Z ; la mesure de perpendicularité de X par rapport à l'axe Y ;
- $EXoX$  : Erreur de position du point zéro de l'axe X.

### Erreur de position : erreur géométrique par rapport à une ligne de référence droite

Un élément coulissant permet à un corps de se déplacer dans une direction spatiale. Dans la norme ISO 230-1, la direction du mouvement dans un espace tridimensionnel est définie par deux paramètres d'orientation et un paramètre de point zéro.

### Erreur de position sur une machine à 3 axes wXYZt

Lorsque nous assemblons les éléments cinématiques de la structure de la machine étape par étape, nous insérons une ligne de référence pour chaque axe dans la modélisation. La ligne de référence est représentée par ses deux directions d'orientation, dont l'une est construite par rapport à l'autre.

La figure 2 illustre l'ensemble des erreurs de position d'une machine à 3 axes, où la ligne de référence du premier axe coïncide avec l'axe X, et où :

- $EAOy$  et  $ECOy$  représentent chacun l'erreur d'orientation de l'axe Y autour de la direction de l'axe X et de l'axe Z,
- $EAOz$  et  $EBOz$  représentent l'erreur d'orientation de l'axe Z autour des directions de l'axe X et de l'axe Y.

Les erreurs de position du point zéro des axes sont négligées dans cet exemple.

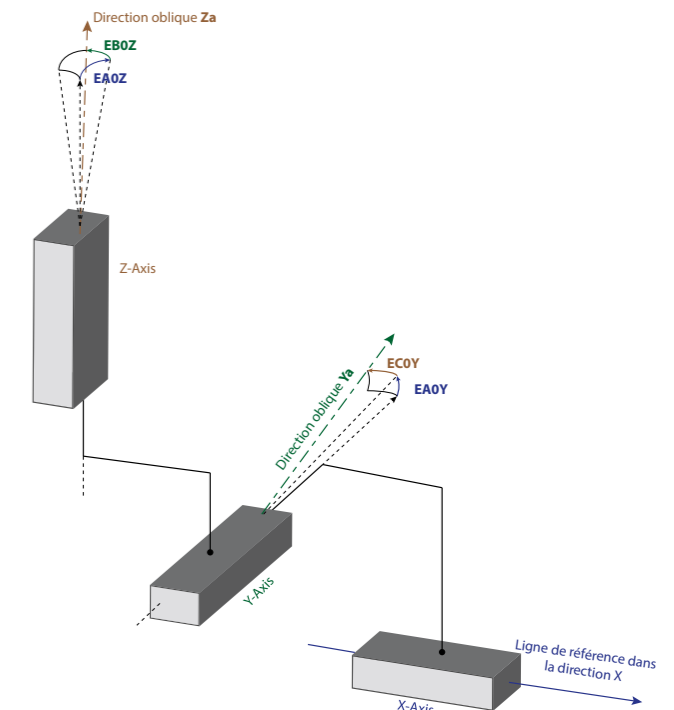


Fig.2 Ensemble d'erreurs d'orientation pour la compensation de perpendicularité d'une machine 3 axes wXYZt

### Comment peut-on corriger de tels écarts angulaires ?

Il existe deux solutions possibles pour compenser ces erreurs : Soit on corrige la mécanique de la machine avec des retouches coûteuses et longues, soit on mesure ces erreurs et on les corrige en temps réel à l'aide du système CNC Flexium+. Jusqu'à présent, les systèmes CNC Flexium+ offraient la possibilité de compenser les erreurs de perpendicularité et bien plus encore, grâce à l'option VECOMP (Volumetric Error Compensation). Avec la prochaine version majeure du logiciel, une fonction standard facile à utiliser pour compenser les erreurs de perpendicularité sera disponible ! Cette nouvelle fonction prendra en charge la cinématique des machines comportant jusqu'à 5 axes, y compris les machines à portique. Cette fonction permettra aussi de compenser les erreurs orthogonales des axes de rotation. Si la compensation des erreurs orthogonales n'est pas suffisante, mais qu'une compensation volumétrique complète est nécessaire (pour compenser des écarts tels que la rectitude verticale et horizontale ou des erreurs angulaires telles que le roulis, le tangage et le lacet), l'option VECOMP pourra être utilisée. Les angles de roulis, de tangage et de lacet sont des angles d'Euler spéciaux (angles de position) qui sont utilisés pour décrire l'orientation dans l'espace tridimensionnel.



# Revoc : le spécialiste de la révision de rectifieuses cylindriques Kellenberger



La société Revoc AG à Romanshorn, au bord du lac de Constance (Suisse), est un spécialiste reconnu pour les révisions générales, les réparations et les travaux de service pour les rectifieuses cylindriques Kellenberger. Fondée en 1996, la société s'est depuis lors bien établie sur le marché. Les directeurs Roland Brüllmann et Thomas Zeller connaissent les rectifieuses cylindriques Kellenberger dans les moindres détails. Tous deux étaient auparavant actifs, depuis plusieurs décennies, directement chez le fabricant de machines dans les domaines du service clients, de la vente et de la formation.

Revoc AG remplace toute la partie électrique, y compris l'ensemble de la commande CNC, lors de la rénovation de la machine Kellenberger. En étroite collaboration avec NUM AG le travail implique la mise en place d'une nouvelle armoire électrique avec peinture assortie, d'une nouvelle commande CNC, de nouveaux variateurs d'axes servo-AC et des systèmes de positionnement. La machine est fonctionnelle, géométriquement aussi bien qu'optiquement et comme neuve après la révision complète. Chaque machine est agréée géométriquement selon les rapports d'inspection originaux de Kellenberger. Pour la révision complète d'une rectifieuse cylindrique CNC Kellenberger, l'estimation approximative est de 12 semaines. Revoc est actuellement en mesure d'effectuer 10 à 12 rénovations de ce type par an. La capacité peut bien sûr être ajustée à la hausse en fonction de l'augmentation de la demande.

## Fidèle à la devise : les temps changent, mais pas la qualité

Les machines Kellenberger jouissent d'une bonne réputation. Il n'est pas surprenant que la rénovation suscite un vif intérêt de la part des clients en tant que solution attrayante et durable, pour entretenir ces machines et prolonger leur durée de fonctionnement. La rénovation présentée ici concerne une rectifieuse cylindrique universelle CNC Kellenberger de type UR 175X1000 CNC (hauteur de centre de 175 mm pour une longueur de pièce maximale de 1'000 mm). Cette rénovation marque également la première pierre de la coopération entre Revoc et NUM.

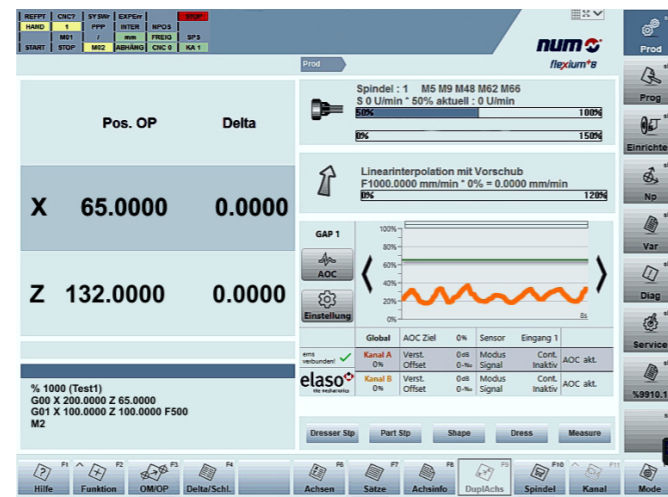
## Une coopération efficace entre Revoc et NUM

Notre exemple de machine a été livrée au client en 1992 et entre-temps elle n'a subi que des services réguliers. Après maintenant 28 ans intervient la première révision. Dans ce cas, les fonctions de base, ainsi que la mécanique sont conservées. La rénovation commence par le démontage par les spécialistes de Revoc. La base de la machine ainsi que d'autres parties de la machine sont sablées et repeintes selon les demandes du client. Suivant leur état, entre 300 et 500 pièces individuelles doivent être révisées ou réparées. Même dans le cas d'une révision, les réglementations en vigueur pour les machines-outils, telles que la conformité CE, doivent être respectées. Cela comprend, une armoire électrique conforme à la norme CE, une solution de sécurité ainsi qu'une protection contre les éclaboussures sous surveillance. Roland Brüllmann, PDG, commente : « En collaboration avec la société renommée de commandes NUM, nous avons élaboré un concept pour remplacer la commande CNC complète ainsi que la partie électrique. La machine a été mise en service en collaboration avec NUM et s'est déroulée de manière absolument parfaite. « J'ai apprécié la base collégiale de la coopération ainsi que les réponses toujours rapides et compétentes de

NUM. La communication mutuelle s'est très bien passée », ajoute Thomas Zeller.

## Mise en place rapide de la meule grâce au capteur GAP

Le type de commande utilisé est un NUM Flexium+ 8 avec le logiciel NUMgrind pour la rectification cylindrique. Les axes sont déplacés par deux moteurs BPX126 et un moteur BPG142. Un capteur GAP (Grinding Analysis Process) d'Elaso AG est connecté à la commande NUM qui permet d'éviter « la rectification en l'air ». Ce capteur est entièrement intégré dans l'IHM de la commande et est affiché graphiquement à l'écran, de sorte que l'utilisateur peut également utiliser ce signal pour d'autres activités telles que le démarrage du diamant de dressage ou le calibrage de la meule pendant la mise en place.



Commande NUM Flexium+ 8 avec intégration du capteur GAP

## Cycles de rectification

Le progiciel NUMgrind propose des cycles de rectification et de dressage spécifiques pour la rectification cylindrique pour l'usage intérieur et extérieur. Aucune connaissance de la norme DIN-ISO n'est nécessaire pour programmer la commande. L'opérateur est guidé dans le processus de programmation par l'interface utilisateur graphique. Une gestion des données des meules avec différentes formes de meules, pour huit configurations enregistrées, facilite la création rapide de programmes de rectification. Des fonctions de rectification supplémentaires, telles qu'un dressage intermédiaire interactif dans le processus automatique, une rétraction d'urgence ou la correction d'une erreur de conicité, sont à la disposition de l'opérateur. Des dispositifs de mesure longitudinale ainsi que des systèmes de mesure en cours de fabrication pour le contrôle du diamètre sont disponibles en option.



Révision de la machine Kellenberger UR 175X1000 à partir de 2020



Machine Kellenberger UR 175X1000 de 1992

## Un paquet complet sans souci

Outre la modernisation de la machine, Revoc propose bien entendu tous les autres services nécessaires. Par exemple, l'ensemble du processus de livraison et de transport, la mise en service des machines, la formation des opérateurs de machines, et bien d'autres choses encore. Après la remise en service de la machine modernisée, elle a également besoin d'un entretien ou, le cas échéant, d'une extension. Revoc offre ces services au niveau national et international, en fonction des besoins des clients. Nous sommes au service de toutes les entreprises de tous les secteurs dans lesquels les rectifieuses cylindriques Kellenberger sont utilisées. Revoc soutient l'entreprise individuelle ainsi que les grandes entreprises de l'industrie de la fabrication de moules et d'outils avec la même gamme de services.

Un paquet complet qui en vaut la peine !



De droite à gauche : M. Thomas Zeller, directeur général adjoint de Revoc, avec M. Roland Brüllmann, directeur général de Revoc et M. Kurt Plüss, responsable commercial régional de NUM

# Une modernisation réussie pour une nouvelle vie d'un Walter Power avec NUMROTOplus



Le directeur général et propriétaire, M. Swen Hagelstein dirige sa société SOS Elektronik, en croissance constante, à Wasserburg au bord du lac de Constance (Allemagne). L'entreprise poursuit l'objectif de remettre à jour de vieilles machines-outils et de les faire fonctionner en toute sécurité. D'une part, cela permet d'économiser des ressources et, d'autre part, d'assurer une utilisation plus durable de la machine. L'équipe internationale et expérimentée de M. Hagelstein révisé les vieilles machines, remplace les commandes numériques et met l'électronique de puissance à la pointe de la technologie. SOS Elektronik redonne vie aux machines. La révision peut être effectuée chez SOS à Wasserburg ou directement sur place chez le client.

L'offre de révision de la société SOS Elektronik se présente comme un succès total. Elle propose des révisions générales de différents modèles de machines chez SOS Elektronik ou sur place. Des machines comme Walter Power, Hawemat 2000 et 3000 ou Schmitt Tempo ETC 502. Sur la base commerciale du service mondial pour les rectifieuses CNC Walter, la gamme de produits a été rapidement étendue grâce à une demande accrue. Il convient de souligner que SOS Elektronik travaille de manière totalement indépendante et autonome.

### Trois fois plus rapide pour une remise en marche

Afin de préserver les ressources, d'économiser de l'énergie et du temps, SOS Elektronik s'appuie sur une révision sur place. La préparation de la révision a lieu chez SOS Elektronik, y compris un test préliminaire des pièces à remplacer, après quoi tout est fait chez le client sur le site de la machine. En raison de la durée d'utilisation, les machines à réviser sont souvent situées à l'arrière et dans des zones difficiles d'accès de la halle de production. Le démontage et le transport entraînent généralement des temps d'arrêt plus longs, des pertes de chiffres d'affaires et des frais de transport et de dédouanement élevés. La révision sur place permet également d'éviter les problèmes douaniers, de réduire les délais d'attente et, en général, de ne pas avoir à remplacer ou à louer une machine. Grâce à une révision sur place, la machine est à nouveau prête à l'emploi trois fois plus rapidement qu'avec le démontage et le transport.

Le directeur général, M. Swen Hagelstein, parle du cœur de la philosophie de la révision : « La machine doit être capable de faire ce qu'elle était capable de faire pendant des années voir même plus.. » M. Hagelstein ajoute : « J'aime toujours comparer à une vieille voiture : le client a une vieille Golf 2, 55 CV, et veut la garder. Mais le moteur et la transmission sont à bout de souffle. SOS Elektronik réinstalle un moteur de même taille. Cela signifie qu'il dispose de nouveau de 55 CV, tout en continuant à conduire une Golf 2. Autre avantage : le nouveau moteur est plus économique, plus sûr, plus écologique et plus silencieux, mais il reste une Golf 2. »

### Convaincu par la coopération

L'expérience et le parcours professionnel de M. Hagelstein sont liés à l'ingénierie de la commande numérique. C'est précisément pour cette raison qu'il était d'une importance capitale, pour lui, d'intégrer un logiciel de rectification d'outils qui est largement reconnu sur le marché et qui est considéré comme un logiciel d'application bien implanté dans l'industrie. Les premiers projets et intérêts ont débutés sur le terrain et SOS Elektronik a collaboré avec NUM pour

la manière commune d'insuffler une nouvelle vie aux machines. Outre la célèbre commande CNC NUM Flexium+, le logiciel d'application NUMROTOplus® a été installé sur les « anciennes » machines. NUMROTO est un logiciel complet pour la production et le réaffûtage de divers outils depuis plus de 30 ans. Aujourd'hui, NUMROTO est à la fois un précurseur et un leader du marché de la rectification d'outils - dans le monde entier. Des solutions innovantes de haute technologie, des possibilités d'application flexibles et polyvalentes, un développement continu et un savoir-faire complet des utilisateurs ont toujours garanti la qualité et la rentabilité pour tous les outils standard et spéciaux.

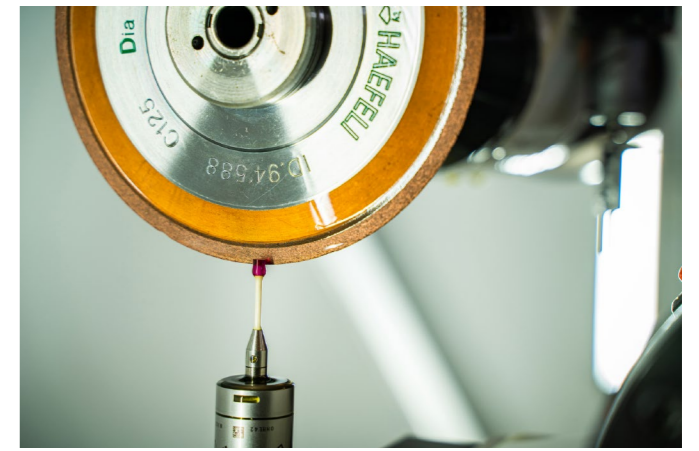


Le directeur général de SOS Elektronik, M. Swen Hagelstein, et le responsable commercial régional de NUM Suisse, M. Ralph Jacobs

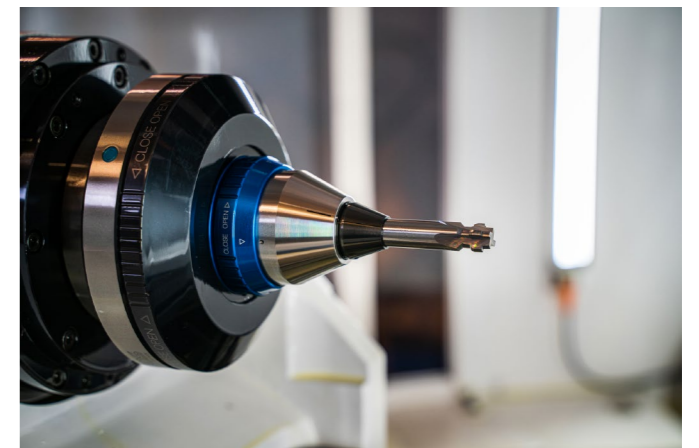
En tant que responsable commercial régional de NUM Suisse, M. Ralph Jacobs commente : « Deux mondes parallèles se sont trouvés ici et se complètent parfaitement. La proximité de SOS et de NUM permet de mettre en œuvre rapidement beaucoup de choses, mais la synergie du savoir-faire est également remarquable. » Une bonne et solide base de coopération a ainsi été rapidement établie. La première révision d'une affûteuse Power usagée avec une commande CNC NUM a été réalisée avec succès, en peu de temps, ainsi que la mise en service. Selon M. Jacobs, les premiers tests de rectification sur cette première machine Power ont déjà donné des résultats remarquables. La révision complète à l'aide du nouveau système CNC NUM utilise la dernière architecture de sécurité NUM et la machine est donc conforme aux règles de sécurité actuelles. Outre l'installation de la CNC NUM et l'utilisation du célèbre logiciel NUMROTO, la machine Power a été considérablement étendue dans sa gamme de fonctions et de performances, par l'installation supplémentaire de palpeurs d'outils et de meules et optimisée pour les applications futures.

### Avec l'avenir en tête

À une époque où le développement durable est d'une grande importance et qui est l'avenir pour les générations, SOS Elektronik se concentre sur le domaine d'activité approprié. Les machines ont une seconde vie chez le client final et la production peut continuer comme d'habitude ou même être améliorée. Pour commencer, la série de rectifieuses Walter Power, largement utilisée, a été révisée. Cependant, à l'avenir, des révisions sont prévues pour les séries Walter Classic et Mini, ainsi que l'intégration d'un chargeur ou d'un système de robot en option. Prolonger la durée de vie d'une machine existante de plusieurs années en la modernisant est économiquement judicieux, surtout sur les marchés concurrentiels d'aujourd'hui où les coûts de production sont de plus en plus importants.



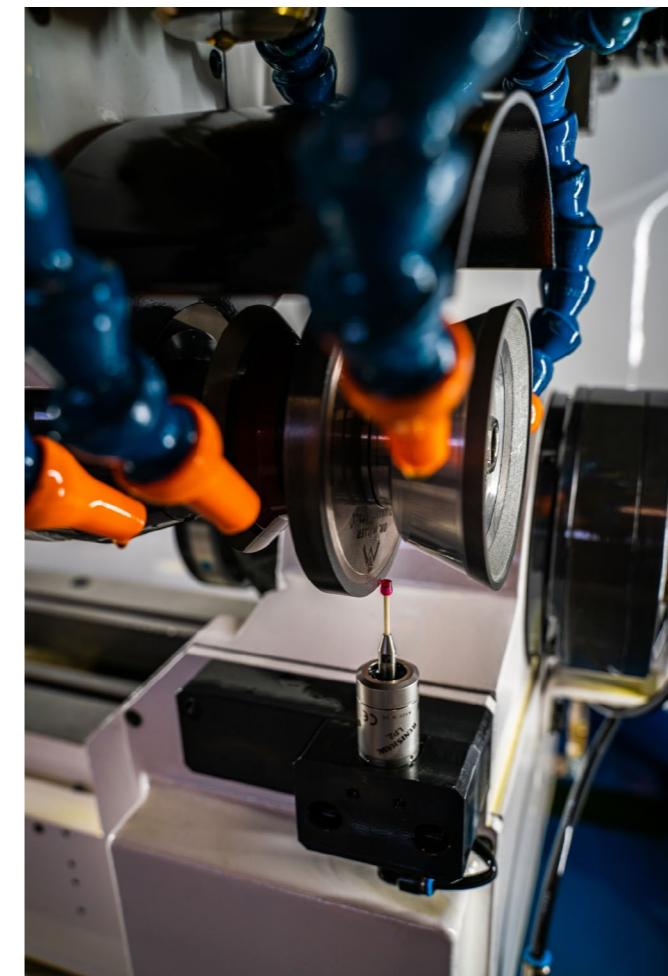
Fonction NUMROTO étendue : palpeur de meule



Rectification d'un outil spécial terminée

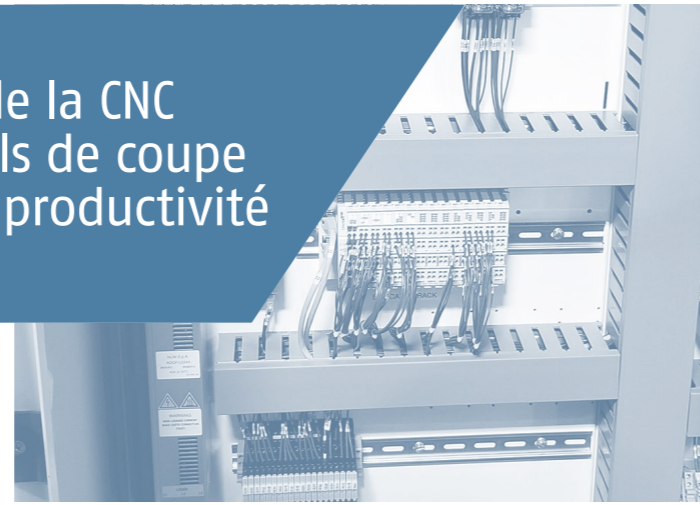


Rectification d'un outil spécial terminée



Fonction NUMROTO étendue : palpeur de meule

## Le programme de modernisation de la CNC offre au fabricant américain d'outils de coupe un avantage majeur en termes de productivité



Les rectifieuses d'inserts de 32 ans ont retrouvé une nouvelle vie – et les temps de production sont désormais réduits de 10 minutes par pièce. Le fabricant américain d'outils de coupe McQuade Industries, Inc. a obtenu un important gain de productivité en mettant en œuvre un programme de modernisation CNC pour une gamme de rectifieuses à plaquettes 5 axes. Les machines modernisées sont beaucoup plus faciles à installer et à utiliser ce qui a permis à l'entreprise de réduire de plus de dix minutes par pièce, le temps de production des outils de coupe à géométrie complexe.

Fondée en 1978, McQuade Industries s'est forgé une réputation enviable dans le secteur de l'usinage des métaux grâce à la très haute qualité de ses outils de coupe de précision indexables. Basée à Clinton Township, Michigan, la société produit une large gamme d'outils de coupe, y compris des barres d'alésage, des fraises, des têtes génératrices, des outils de type barre de traction et des cartouches, ainsi que des ensembles complets d'outils clés en main. Elle fournit également à ses clients des services de rectification et de réparation d'outils à rotation rapide, soutenus par une grande expertise en matière de plaquettes spéciales en carbure et de plaquettes de forme de grande précision.

Les machines qui font l'objet d'une mise à niveau sont des rectifieuses de plaquettes RS-12, fabriquées à l'origine par Ewag AG en Suisse. McQuade a installé un certain nombre de ces rectifieuses de précision très réputées en 1988, et au fil des ans, elles ont fourni des performances solides. Cependant, comme l'explique Donald Ostgen, directeur de la production chez McQuade, « Après plus de 30 ans, même les meilleures machines peuvent commencer à montrer des signes de vieillissement ! Bien que toujours en bon état mécanique, les systèmes de commande des rectifieuses commençaient à manquer de la flexibilité dont nous avons besoin pour certaines des géométries d'outils les plus complexes d'aujourd'hui, ce qui entraînait un allongement des temps de réglage et d'usinage. »

Outre le fait que les rectifieuses d'insert représentent toujours un atout précieux, McQuade a développé au fil des ans un grand nombre de programmes pièces, qui devaient impérativement fonctionner

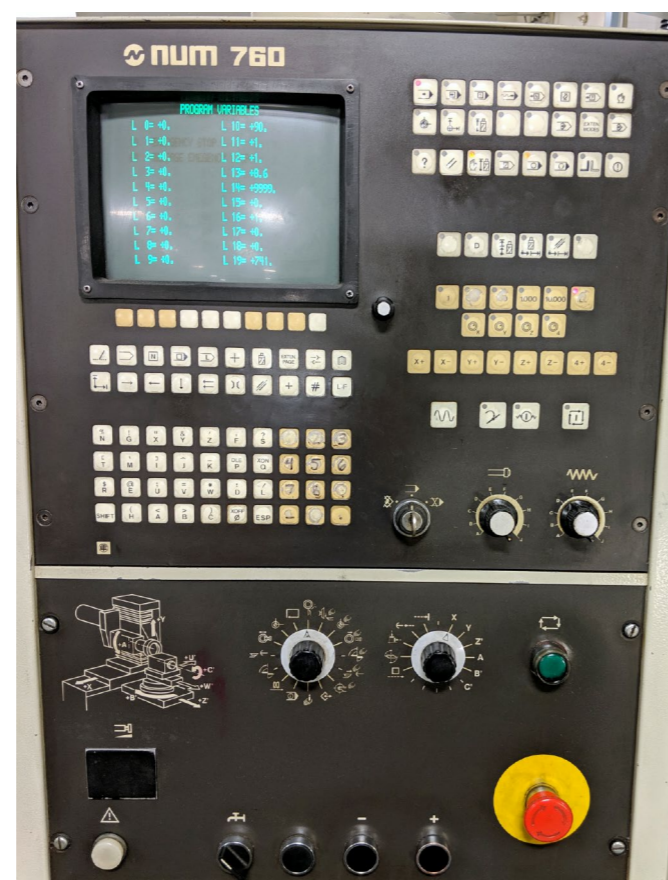


Avant la modernisation

sur toute machine de remplacement sans nécessiter de modification. L'entreprise a donc décidé de préserver son investissement en mettant en œuvre un programme de mise à niveau des systèmes CNC des machines et a ensuite fait appel aux services d'Advanced Machine Technologies, LLC, une entreprise spécialisée dans la mise à niveau des systèmes CNC, basée à Owosso, dans le Michigan.

Les rectifieuses à plaquettes RS-12 d'origine étaient équipées de systèmes CNC NUM 760, de servomoteurs NUM Güttinger NGS 610 et de servomoteurs brossés NUM/SEM.

Ayant collaboré avec NUM sur de nombreux projets de modernisation des automatismes au cours des 22 dernières années, Advanced Machine Technologies possède une expérience considérable dans le remplacement de systèmes existants tels que ceux-ci. En



l'occurrence, la société a recommandé de passer au système CNC Flexium+ 68 de dernière génération de NUM et de remplacer les variateurs analogiques et les moteurs des cinq axes par les nouveaux des variateurs numériques NUMdrive X et leurs moteurs brushless associés.

En passant à la plate-forme NUM Flexium+, McQuade s'assurait une flexibilité totale du cycle de rectification tout en continuant à utiliser une IHM (interface homme-machine) et des opérations de réglage de la machine qui lui sont familières. Cette mise à niveau assure également une compatibilité rétroactive totale avec les programmes de pièces que la société a réalisés au cours des trente dernières années. En outre, le PC embarqué dans Flexium+ représente une plate-forme IIoT flexible, prête pour l'industrie 4.0, offrant à McQuade de puissants avantages de connectivité pour les futures améliorations de la productivité et permettant à NUM ou à Advanced Machine Technologies de fournir des services d'assistance à distance si nécessaire.



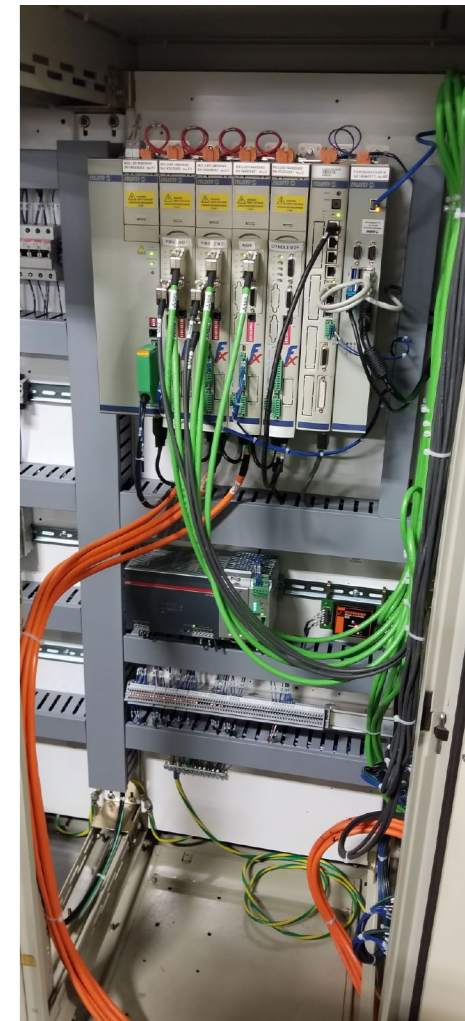
Après la modernisation

McQuade a supervisé les travaux, en demandant à Advanced Machine Technologies de mettre à niveau une seule machine dans un premier temps afin que ses performances puissent être évaluées avant de moderniser les suivantes. Dans le cadre de cette mise à niveau, en plus du système CNC, des entraînements et des moteurs, la rectifieuse de plaquettes a été équipée d'un nouveau panneau de commande tactile NUM FS122, d'un panneau de machine MPO8 et d'une manivelle portable de la série HBA. Le variateur de fréquence du moteur de la broche de rectification existant a également été remplacé, par un servomoteur NUM DriveX de plus faible encombrement pour remplir ce rôle. Cette approche présente l'avantage que toutes les informations de commande, de retour d'information et d'état sont désormais échangées sur un bus numérique rapide, ce qui simplifie le câblage et améliore les capacités de diagnostic.



La mise à niveau s'est avérée un réel succès. Le passage à des variateurs et des moteurs entièrement numériques a considérablement augmenté la vitesse et les performances globales de la machine, ce qui se traduit par des vitesses d'avance de rectification plus rapides et une meilleure qualité de surface. Donald Ostgen est extrêmement satisfait du niveau de service fourni par Advanced Machine Technologies, et des capacités rajeunies de la rectifieuse de plaquettes. « Si quelqu'un doute des avantages d'une mise à niveau de la CNC, il devrait jeter un coup d'œil à notre installation. La qualité de la fabrication est superbe, la rectifieuse est désormais beaucoup plus facile à programmer et le pupitre portable contribue vraiment à simplifier l'utilisation. Nous pouvons maintenant produire sur cette machine des pièces que nous ne pouvions réaliser que sur nos machines d'électroérosion ; et sa flexibilité accrue permet de gagner plus de 10 minutes pour chaque pièce produite. »

La première rectifieuse d'inserts RS-12 modernisée est maintenant pleinement opérationnelle sur la ligne de production de McQuade, et la société a déjà commencé à moderniser la machine suivante de la ligne.



# Une machine de découpe laser à grande vitesse utilise de nouveaux développements CNC pour accélérer le débit



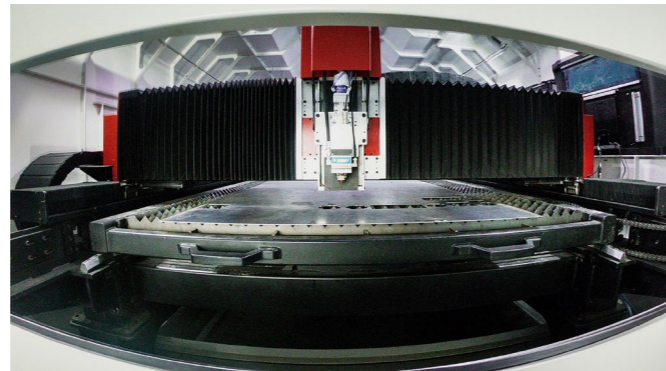
NUM, le spécialiste de la CNC apporte son expertise à Grupo Plasma Automation – l'un des principaux constructeurs d'équipements de fabrication d'Amérique latine – à développer une machine de découpe laser grande vitesse innovante qui utilise un contrôle adaptatif de la hauteur en temps réel afin d'accélérer le débit.

Grupo Plasma Automation comprend huit entreprises spécialisées dans la conception et la fabrication d'automatismes de fabrication. Le groupe produit une large gamme de machines de découpe au plasma, au laser et au jet d'eau. Fondé en 1991, GPA a connu une croissance constante au fil des ans et s'est constitué une clientèle importante et prestigieuse. Il dispose de plus de 700 systèmes de découpe installés dans des entreprises rien qu'au Mexique, et dessert aujourd'hui le marché national et international.

La dernière machine de découpe laser CNC de GPA est conçue pour fournir aux fabricants de tôles une solution de découpe de précision ultra-flexible. Baptisée SPEED CUT, la machine est capable de découper une grande variété de métaux de différentes densités, notamment le fer galvanisé, l'aluminium, le laiton, l'acier inoxydable et l'acier au carbone. Elle dispose d'une surface de travail de 1,5 x 3 mètres et d'une vitesse de coupe maximale de 120 mètres par minute, avec une précision de positionnement de 40 microns. Le système offre un fonctionnement extrêmement souple, même à des vitesses élevées.

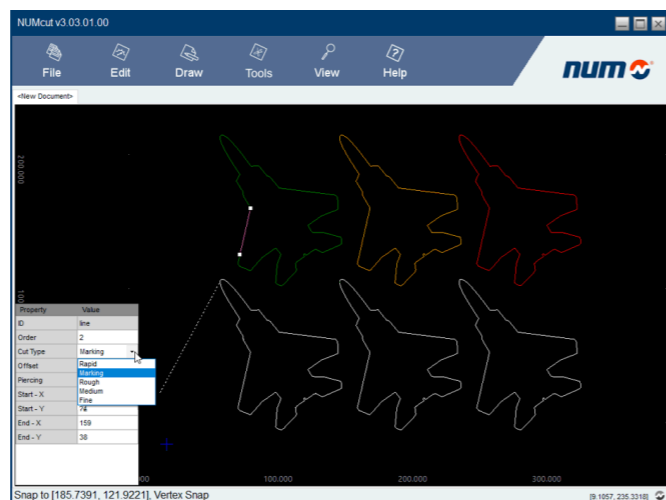


Afin d'optimiser les performances et la fiabilité, la nouvelle machine de découpe de GPA est entièrement basée sur la technologie laser et de contrôle de pointe de l'industrie. La source laser est un système à fibre d'ytterbium à l'état solide d'IPG Photonics de 2 kW, avec une longueur d'onde de 1,07 micromètre, tandis que la tête de coupe est une unité LightCutter 2.0 de Precitec. Cette tête de coupe est réputée pour ses performances dynamiques : elle est dotée d'un réglage motorisé automatisé de la position axiale du foyer, peut supporter des accélérations allant jusqu'à 3 g et couvre une grande plage de mise à feu jusqu'à 23 mm.



Toutes les fonctions de positionnement de la tête de coupe sur la machine sont contrôlées par un système CNC NUM Flexium<sup>+</sup> 8. Selon Omar Sandoval, propriétaire et PDG de GPA, « Nous avons choisi de nous associer à NUM principalement en raison de sa plate-forme CNC à architecture ouverte et de la volonté de NUM de participer activement à des projets de développement communs comme celui-ci. »

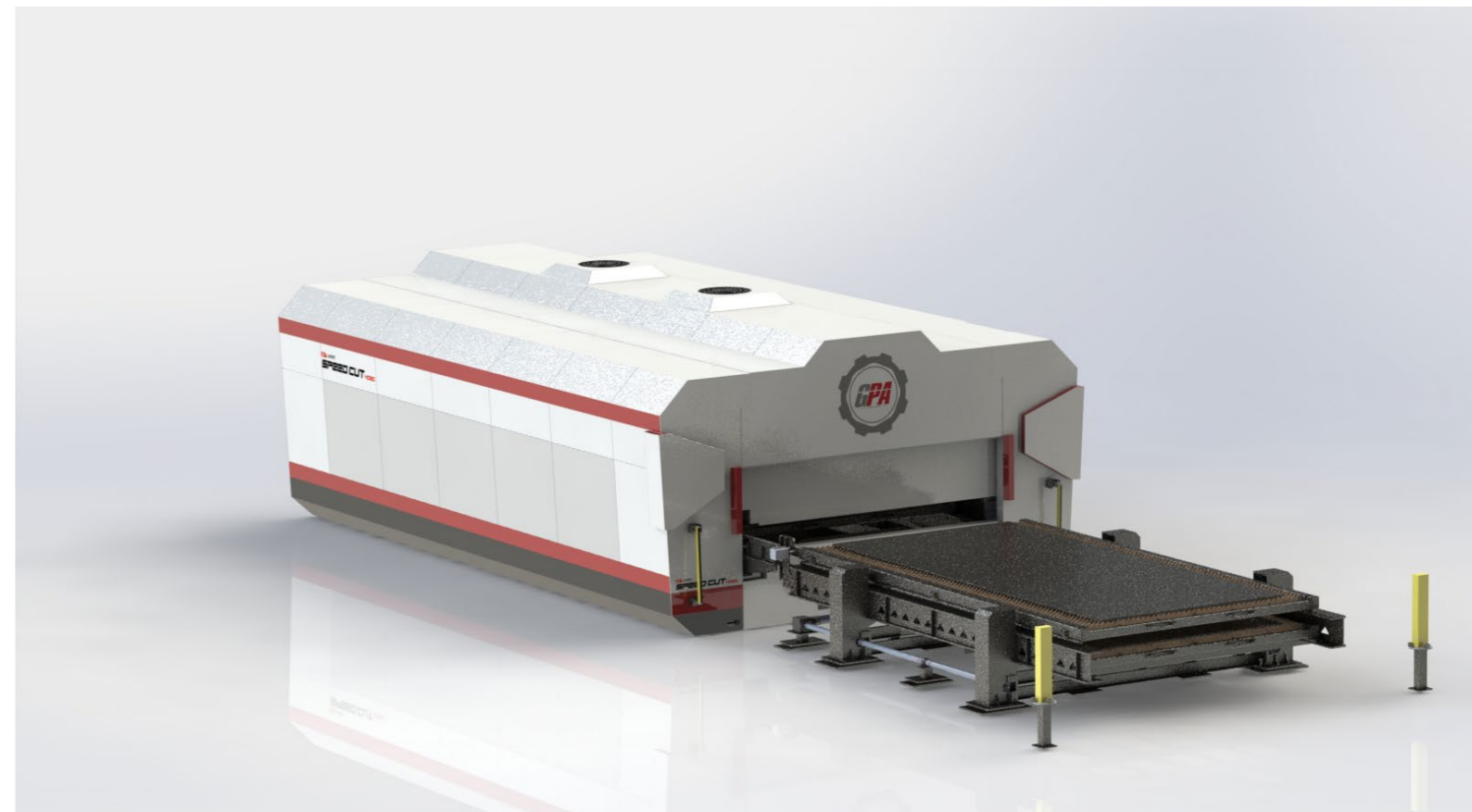
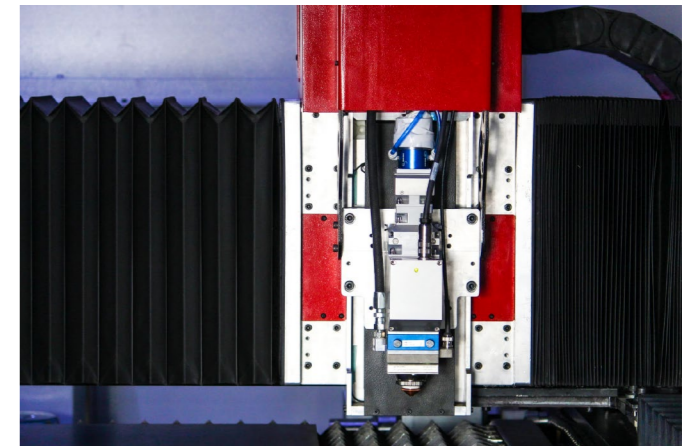
Les quatre axes de la machine sont entraînés par des servomoteurs BPX à couple élevé, commandés par des variateurs numériques NUMDrive X. Les axes à portique Y1 et Y2 sont équipés de puissants moteurs de 9,8 Nm, tandis que les axes X et Z sont équipés de mo-



teurs plus petits de 2,7 Nm et 1,4 Nm, respectivement. Le logiciel de mise en service FlexiumTool de NUM permet de régler les axes Y1/Y2 pendant que la synchronisation est active, ce qui constitue un moyen très puissant de maximiser les performances et la précision.

L'axe Z contrôle la hauteur verticale de la tête de découpe laser au-dessus de la feuille de métal qui est découpée. En exploitant la fonction « opérateur dynamique » (DO) de la commande numérique NUM, qui permet d'intégrer des cycles machine déclenchés par des événements dans le noyau CNC en temps réel, l'utilisateur de la machine bénéficie d'un système de contrôle dynamique automatisé de la hauteur qui s'adapte à des vitesses de découpe extrêmement rapides. Le système interprète les données du capteur de hauteur de la tête de coupe et les utilise pour ajuster très rapidement les paramètres de la boucle proportionnelle-intégrale-dérivée (PID) de l'asservissement de l'axe Z. Le capteur de hauteur est également utilisé pour faciliter une routine de détection automatique des feuilles en déterminant les dimensions de la pièce, le zéro et le décalage angulaire, ce qui simplifie encore le fonctionnement de la machine.

Steven Schilling, directeur général de NUM Corporation à Naperville, dans l'Illinois, souligne : « Nous sommes ravis de collaborer avec GPA au développement de cette nouvelle machine. En plus des systèmes de contrôle de hauteur adaptatif en temps réel et de détection des feuilles, la version personnalisée du logiciel NUMcut que nous fournissons comporte une bibliothèque utilisateur des conditions de coupe des matériaux. Elle est préchargée par GPA avec les niveaux de puissance laser, les vitesses de coupe, et autres en fonction du type et de l'épaisseur du matériau. La mise à disposition de cette bibliothèque permettra d'accroître la productivité et la précision de coupe de la machine. »



# Flexium+ : Performances et Pérennité



Vue d'ensemble de la machine avec ses deux zones de travail

La volonté de NUM d'offrir des produits performants, pérennes et compatibles dans le temps, permet de proposer une solution gagnante pour les utilisateurs comme pour les constructeurs. La situation décrite ci-après en est la parfaite représentation.

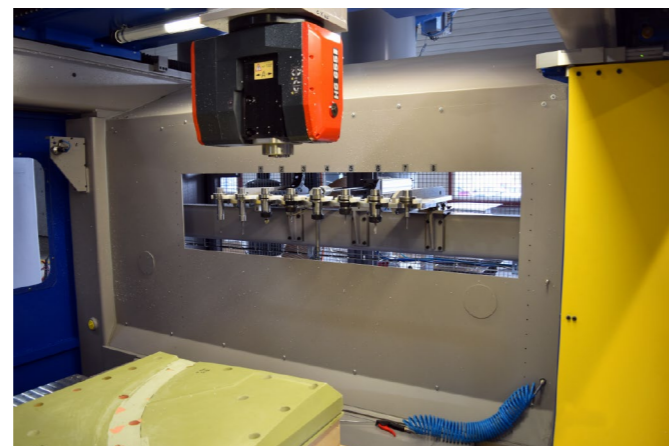
Située à La Bussière dans le Loiret, la société APTE conçoit et réalise des pièces en thermoplastique destinées à l'industrie automobile, médicale, aéronautique et autres. Ces pièces qui peuvent atteindre des dimensions supérieures à deux mètres sont réalisées en différents matériaux, du classique ABS aux plus récentes matières complexes destinées par exemple aux équipements intérieurs des voitures grâce à leur toucher souple. Quelle que soit cette matière, le formage n'est qu'une partie de la réalisation. En effet, après cette opération, les pièces vont devoir être usinées pour ébarbage, perçages et découpes diverses. Lors de ces opérations, les contraintes liées au formage à chaud vont se libérer et l'ensemble subit des déformations certes minimes et reproductibles mais difficiles à estimer au préalable. Pour cette raison les programmes d'usinage doivent pouvoir être adaptés rapidement et de la façon la plus simple possible.

Lorsque M. Zedda, le Président Directeur Général, d'APTE décida d'augmenter son parc machine pour accompagner la croissance de l'entreprise, il était clair que le système de pilotage devrait être fourni par NUM pour les raisons citées plus haut ainsi que par homogénéité avec le parc existant qui donnait pleine satisfaction. Pour la machine on fit appel à Mécanuméric dont le modèle Normaprofil série T répondait aux exigences souhaitées et faisait lui aussi déjà partie du parc de APTE.

Mécanuméric qui est située à Albi, dans le Sud-Ouest, se spécialise dans les équipements de découpe aussi bien par fraisage que par Jet d'eau, Laser, Ultrasons ou autres techniques innovantes. Avec plusieurs dizaines de milliers de machines installées dans le monde, sa clientèle se répartit dans les domaines industriel, dentaire ou encore de l'éducation. Bien que sa société ne dispose pas d'une expérience récente des équipements NUM et notamment du système Flexium+ proposé, M. Païs, son directeur, a accepté le défi, ayant toute confiance dans l'aptitude de ses services à mener à bien ce projet. Les équipes techniques de Mécanuméric et de NUM se sont donc mises immédiatement en rapport pour offrir la solution optimale. Après avoir assuré une formation initiale, NUM a fourni l'appui technique pour répondre aux questions qui pouvaient se poser et éventuellement intervenir sur place pour les opérations très spécifiques comme l'adaptation des paramètres variateurs à des moteurs particuliers tels que l'électro broche 24.000 trs/min. La coopération s'est avérée très efficace et Mécanuméric a pu développer l'ensemble de l'application y compris toute la partie sécurité, fondamentale sur cette machine qui dispose de deux zones de travail. L'appui de NUM a toujours été présent comme l'a confirmé M. Païs, qui a indiqué sa satisfaction pour l'excellente implication des équipes de NUM.

Concernant la machine, il s'agit d'une détoureuse 5 axes avec gantry et RTCP. Elle propose deux zones de travail qui sont sécurisées afin de pouvoir travailler en pendulaire en toute sécurité. Chaque zone dispose de son propre changeur d'outils situé l'un à droite, l'autre à gauche du bâti et qui peuvent être mutualisés en cas de besoin et si la sécurité l'autorise. La motorisation est basée sur la série SPX caractérisée par son câble unique qui transfère aussi bien les signaux de puissance que ceux de mesure et permet ainsi de simplifier les raccordements tout en minimisant les masses en mouvement. Les variateurs NUMDrive X mono ou bi-axes sont bien sûr équipés de la fonction de sécurité SAMX afin d'assurer un fonctionnement dans les meilleures conditions de sécurité. L'ensemble des entrées/sorties sur bus EtherCAT comprend un pupitre machine de type MPO6 ainsi qu'une trentaine de modules terminaux soit standards soit de sécurité, parmi lesquels l'automate de sécurité lui-même ainsi qu'un terminal IO-Link qui permet la connexion directe de capteurs et d'actionneurs.

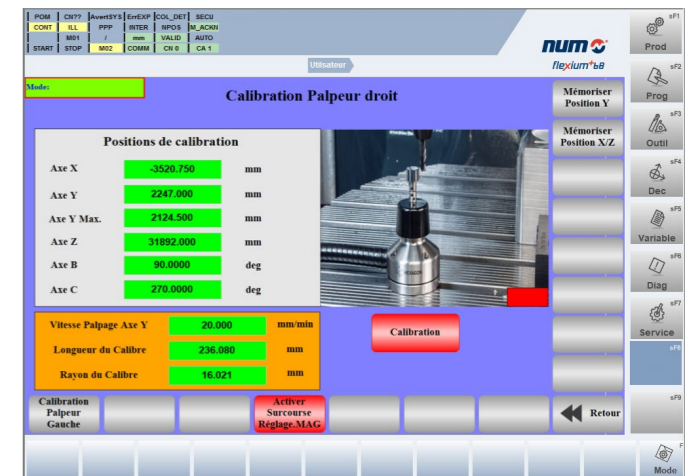
Un des éléments importants pour la réussite d'un projet d'automatisation est l'outil ou l'ensemble d'outils qui va être utilisé. A cet égard Flexium+ ne nécessite qu'un seul atelier logiciel : Flexium Tools. Cette suite logicielle fonctionnant sous environnement Windows permet le développement complet depuis la description de la structure machine jusqu'à la maintenance de l'ensemble une fois réalisé.



Détails de la tête RTCP et du changeur droit.

Le paramétrage de la commande numérique et des variateurs se fait à l'aide d'éditeurs graphiques qui peuvent être secondés par des éditeurs textuels pour traiter les cas très spécifiques de certaines machines spéciales. Le programme de l'automate peut être décrit dans l'un des cinq langages de la norme 61131-3 ; l'automate de sécurité, quant à lui, se configure par l'intermédiaire de blocs de fonctions homologués. Les mêmes interfaces permettent la mise au point et le « debug » de ces programmes, des niveaux de priorité différents pouvant être affectés par groupe d'utilisateurs afin d'éviter les modifications intempestives. Flexium Tools permet en outre la définition et le contrôle de pages de visualisation graphique qui peuvent être intégrées dans l'IHM standard aux fins de diagnostic ou de pilotage machine. Cette fonctionnalité puissante et simple à mettre en œuvre a été largement utilisée dans ce projet comme on peut le voir sur quelques exemples de copies d'écran. Flexium Tools dispose de « d'instruments » logiciels intégrés comme des oscilloscopes temporels ou fréquentiels, fonctions Ball bar, etc. destinés à régler les asservissements et vérifier la stabilité de ces réglages.

Ce partenariat permet une fois encore de mettre en avant les points forts de NUM et les avantages que vous pouvez en retirer. Les solutions Flexium+ recouvrent tout le champ nécessaire avec des unités centrales modernes et puissantes, un logiciel performant et doté d'une grande capacité d'adaptation, de nombreux périphériques d'entrées/sorties et d'interfaces utilisateur conviviales. Comme le précise M. Barsanti le Directeur de NUM France « L'objectif de NUM est de proposer une solution moderne, performante, flexible et qui restera opérationnelle, à un coût raisonnable, pendant de nombreuses années, comme c'est le cas pour les différentes générations du parc de la société APTE ». Il ajoute « Le choix d'APTE, nous permet de recueillir le fruit de la qualité de notre travail sur le long. » Mais la technique pure n'est pas le seul constituant d'un projet réussi ; c'est aussi la qualité du partenariat que nous souhaitons mettre en avant. Nos équipes commerciales et techniques sont à votre disposition pour promouvoir tous vos avantages concurrentiels et vous permettre de les développer. M. Zedda, le Président Directeur Général d'APTE, le confirme « Nous sommes très heureux d'avoir demandé à Mécanuméric de nous fournir une machine équipée en NUM et particulièrement satisfaits de la coopération entre ces deux entreprises. »



Un exemple de page d'IHM personnalisée : Calibration palpeur



De droite à gauche M. Gassot Responsable FAO Production d'APTE et M. Barsanti Directeur de NUM France

# Un savoir-faire spécifique en matière de logiciels de taillage / rectification combiné à la suite NUMROTO



C'est à Zell am Harmersbach (Allemagne), dans la magnifique Forêt-Noire que se trouve la société Prototyp-Werke GmbH, un site de production de Walter AG. En 2007, Prototyp-Werke a été intégré à Walter en tant que marque de compétence « Walter Prototyp » dans le domaine des outils de filetage et de fraisage. Walter a fêté son 100e anniversaire en 2019. L'entreprise a été fondée par Richard Walter à Düsseldorf, où des alliages de carbure fritté et de nouveaux procédés métallurgiques étaient recherchés. Aujourd'hui, les outils de filetage et de fraisage sont fabriqués dans une usine qui occupe une surface de production de quelque 8 000 m<sup>2</sup> et emploie environ 450 personnes, travaillant par équipes.

Les autres marques de compétence du groupe Walter sont « Walter Titex » (outils de perçage), « Walter Multiply » (solutions numériques, gestion des outils, formation et planification des processus de production) et « Walter » (plaquettes en carbure, systèmes d'outils pour le fraisage, et plaquettes pour le perçage, le tournage et le rainurage). Les références à ces outils se trouvent sous forme de barres verticales dans le logo Walter, le jaune représente la marque de compétence Walter Prototyp. Le siège social de l'entreprise est situé à Tübingen, au sud de Stuttgart et Walter emploie environ 3 500 personnes dans le monde entier. Dans plus de 80 pays, les clients sont servis et soutenus par de nombreuses filiales et partenaires commerciaux. L'accent est mis en particulier sur les industries automobile et ferroviaire, l'aérospatiale, le secteur de l'énergie et la construction mécanique générale.

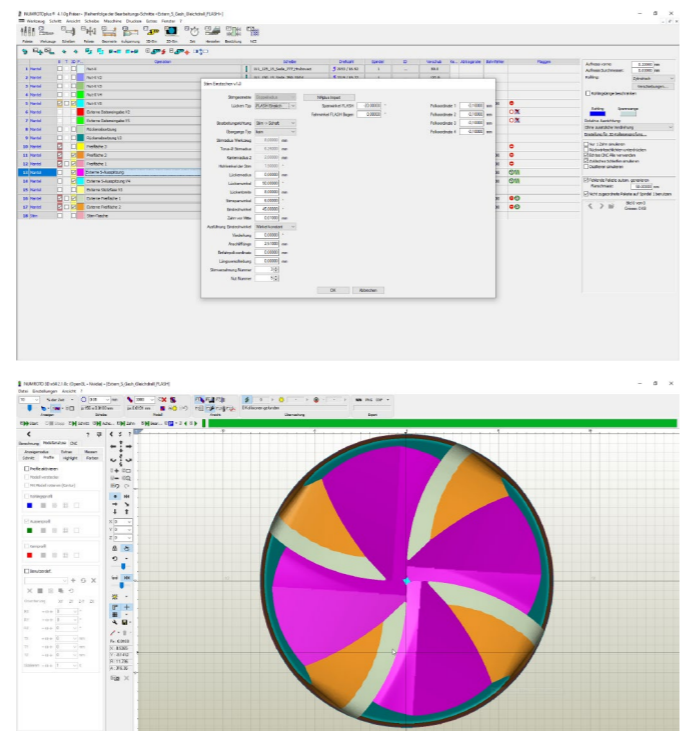
Le département de production de Zell am Harmersbach et NUM collaborent avec succès depuis près de trois décennies. Pour preuve, ce reportage sur NUMROTO de 1993 titré « Adieu à la magie noire », ci-dessous.



M. Martin Marx, développeur de logiciels TEWL, est au service de Prototyp-Werke depuis 1982. Il est mentionné dans le reportage de 1993 tout comme M. Jörg Federer de NUM. La longue et fructueuse relation d'affaires des deux hommes remonte déjà à une trentaine d'années.

Le site de production de Walter, en Forêt-Noire, a acquis au cours des dernières décennies un vaste savoir-faire dans le domaine de l'affûtage d'outils. Depuis de nombreuses années, un logiciel propriétaire est utilisé, parallèlement à NUMROTO, sur les machines à affûter les outils équipées de commandes NUM pour réaliser de

nombreuses formes d'outils complexes demandées par les clients. Avec un siècle d'histoire de l'entreprise, il n'est pas surprenant que la transmission du savoir-faire soit d'une importance capitale et doive être assuré. C'est là que NUMROTO prend tout son sens. Grâce à la fonction « Calcul externe », les algorithmes et les calculs de trajectoire propres à l'entreprise, et donc son savoir-faire, peuvent être intégrés et fusionnés avec la solution logicielle complète de NUMROTO.



Captures d'écran « Calculs externes » dans l'interface utilisateur de NUMROTOplus®

Prototyp-Werke utilise une grande partie de l'infrastructure de NUMROTO, notamment la simulation 3D de haute précision, le post-processeur (calcul spécifique à la machine de la trajectoire sur 5 axes), la base de données, la gestion des meules, le support multilingue et également l'usinage X. Les calculs de la trajectoire du Pro-

totyp sont intégrés dans NUMROTO en tant que « calculs externes ». Comme les calculs de trajectoire n'existent pas intégrés, ils ne sont pas accessibles aux autres clients – et le savoir-faire du fabricant d'outils est donc protégé ! Ce concept flexible permet de transmettre et de développer les connaissances acquises par les équipes du constructeur à travers les générations, tandis que l'infrastructure restante du système de programmation est maintenue et transférée dans le futur par NUMROTO. « La fonction de calcul externe nous permet de produire des outils que NUMROTO ne propose pas en standard », rapporte Martin Marx, et ajoute : « la plate-forme NUMROTO est éprouvée et très performante ; elle est très précieuse pour nous du côté du développement ; les développements internes sont testés géométriquement avec rapidité et facilité grâce à la simulation 3D, puis automatiquement mis en œuvre avec contrôle de collision sur la machine. »

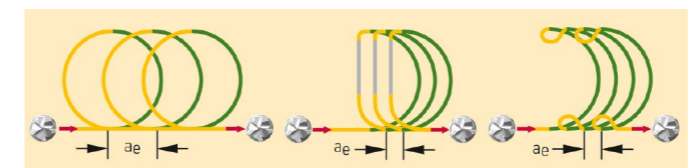
Un exemple de cet assemblage des connaissances est la fraise à grande vitesse « Flash ». L'affûtage spécifique de la face et les dépouilles à double rayon sont conçus comme des calculs externes, tandis que le reste est conforme à la norme NUMROTO.



Fraise MDO25 Supreme « Flash » pour avances élevées

La nouvelle fraise en carbure monobloc MD133 Supreme est l'exemple d'une technicité de première classe. Comme elle suit une trajectoire d'usinage sur la fraiseuse avec des mouvements circulaires à grande vitesse, une géométrie de dent adaptée est nécessaire. Ceci est possible grâce à l'interaction optimale des systèmes de programmation.

Fabian Lehmann, chef d'équipe du développement technologique chez Walter à Zell, en Allemagne, déclare : « NUMROTO offre un avantage multiplateforme grâce au 'calcul externe', qui, à notre connaissance, n'est disponible auprès d'aucun autre fournisseur. » Martin Marx voit d'autres avantages de NUMROTO dans la qualité du travail mis en œuvre : « Même si les développements prennent parfois un peu plus de temps que prévu, nous n'avons jamais rencontré de problèmes avec des mises à jour – grâce à des tests complets. En outre, les fonctions existantes sont toujours compatibles avec les versions ultérieures, même après de nombreuses années. »



Fraises de type MD133 Supreme à revêtement en carbure monobloc pour utilisation dans un large éventail d'applications. Cette famille d'outils, spécialement conçue pour les exigences du fraisage dynamique, se caractérise par un volume de copeaux élevé et grandes profondeurs de coupe



La fraise en carbure massif MD133 Supreme de Walter Prototyp en service



Exemples de fraises ConeFit à tête remplaçable ; elles complètent la diversité des produits Walter Prototyp depuis 2009

Les autres services comprennent le revêtement, le marquage, le nettoyage et le traitement de surface des outils. Le site de production de Walter à Zell est certifié selon les normes DIN EN ISO 9001, 14001, 45001 et 50001. Avec sa propre Académie Walter, la société Walter AG se concentre également sur la qualification professionnelle continue et le développement des compétences personnelles de ses employés.



De gauche à droite : M. Fabian Lehmann (Responsable du département Technology Development, Walter), M. Martin Marx (Développeur logiciel TEWL, Walter), M. Jörg Federer (Responsable Application NUMROTO, NUM AG)

# Solutions CNC Globales dans le monde entier



**Les solutions et les systèmes de la société NUM sont utilisés partout dans le monde.**

Grâce à notre réseau commercial et notre service après-vente répartis dans le monde entier, nous garantissons un suivi complet de toutes les machines, depuis leur conception, en passant par leur intégration et leur période productive jusqu'à leur fin de vie.

NUM possède des centres de service après-vente dans le monde entier. Vous en trouverez la liste actualisée sur Internet.

Suivez-nous sur les réseaux sociaux pour obtenir les dernières informations sur les systèmes CNC NUM et leurs applications.

[www.num.com](http://www.num.com)



[linkedin.com/company/num-ag](https://www.linkedin.com/company/num-ag)  
[WeChat-ID: NUM\\_CNC\\_CN](https://www.wechat.com/id/NUM_CNC_CN)  
[twitter.com/NUM\\_CNC](https://twitter.com/NUM_CNC)  
[facebook.com/NUM.CNC.Applications](https://www.facebook.com/NUM.CNC.Applications)