



**NUM** information

## LE JOURNAL DES SOLUTIONS NUMÉRIQUES

- 04 **Nouveautés** en ingénierie
- 16 **Essetre** : Construction en bois, une collaboration technologique qui commence dès les premières étapes du projet
- 18 **Bharat Gears Limited** : Un fabricant d'engrenages indien renommé choisit NUM pour un projet de mise à niveau d'une rectifieuse à commande numérique
- 20 **Lanzi** : Rétrofit d'une machine à tailler les engrenages coniques pour la fabrication d'engrenages droits
- 22 **Huttelmaier** : La mise à niveau avec les bons partenaires est payante
- 25 **NUMROTO en Inde** : Précision et efficacité dans la fabrication d'outils
- 26 NUM s'associe au spécialiste taïwanais des rectifieuses hydrostatiques **GRINTIMATE**
- 28 NUM et **Yuhuan** en tant que partenaires : Première solution verticale complète pour la rectification non circulaire
- 30 **TN Værktøjslibning** : Le leader du secteur d'outils en carbure monobloc utilise le standard NUMROTO

## Éditorial Massimiliano Menegotto et Peter von Rüti



Chers lecteurs

Au cours des nombreuses années où j'ai travaillé chez NUM, j'ai eu l'occasion d'assumer de nombreux rôles différents, d'ingénieur d'application à PDG de l'ensemble du groupe NUM. Maintenant que le temps est venu de transmettre la fonction de PDG, je suis très heureux qu'à partir du 1<sup>er</sup> juillet 2023, M. Massimiliano Menegotto ait repris cette fonction. Dans mon rôle de vice-président du conseil d'administration du groupe NUM, et dans mon nouveau rôle de soutien en tant qu'employé, je continuerai à soutenir l'équipe NUM et nos partenaires. Avec Massimiliano Menegotto, nous avons à notre tête un expert et un manager qui a fait ses preuves et qui a été activement impliqué dans les événements en tant que directeur technique et directeur général de NUM Italie. Le conseil d'administration et la direction de NUM sont convaincus que cette approche assurera une transition sans heurts vers la nouvelle organisation.

Je tiens à vous remercier chaleureusement pour ce partenariat fructueux et coopératif et je me réjouis de vous rencontrer en personne à l'occasion de l'EMO.

Je vous prie d'agréer, Madame, Monsieur, l'expression de mes salutations distinguées,

Peter von Rüti  
Vice-président du conseil d'administration du groupe NUM

Chers lecteurs

C'est avec un grand plaisir et un grand sens des responsabilités qu'à partir du 1<sup>er</sup> juillet 2023, j'ai pris mes nouvelles fonctions de PDG du groupe NUM. Mon objectif est d'assurer la continuité de la stratégie, du service et de la qualité des produits et de faire en sorte que vous, en tant que partenaires et clients, continuiez à recevoir le bon support auquel vous êtes habitués. Les difficultés dans l'environnement actuel sont diverses et stimulantes. Alors que s'ouvre ce nouveau chapitre de l'histoire de notre entreprise, nous sommes très reconnaissants à notre ancien PDG, Peter von Rüti, pour le travail qu'il a accompli. Sous sa direction, nous avons franchi de nombreuses étapes importantes et remporté de nombreux succès. Grâce à Peter, NUM possède une culture d'entreprise unique et c'est donc un endroit où il fait bon travailler et collaborer. Je suis convaincu qu'à partir de cette base, nous pouvons continuer à développer nos relations commerciales et rechercher de nouvelles opportunités.

« Grâce au plan de succession qui a été planifié et préparé bien à l'avance, nous garantissons la continuité et une transition en douceur vers la nouvelle organisation NUM », déclare Massimiliano Menegotto, PDG du groupe NUM.

Nous présentons à l'EMO de Hanovre, en Allemagne, une nouvelle génération de commandes numériques, la FlexiumPro. La flexibilité, l'évolutivité et la configurabilité de FlexiumPro, ainsi que son efficacité énergétique élevée, en font un outil adapté à l'automatisation d'une large gamme de machines. Votre machine, si elle n'est pas encore pilotée par NUM, est prête à exceller avec FlexiumPro !

NUMROTOplus a déjà joué un rôle de premier plan dans l'industrie de l'affûtage d'outils par le passé, séduisant les utilisateurs par ses fonctions avancées et son interface conviviale. Avec la présentation de NUMROTO X, NUM établit maintenant de nouvelles normes dans ce domaine.

Vous ne voudrez pas manquer cette occasion. Rendez-nous visite sur notre stand au salon EMO, où nous pourrions vous présenter en détail toutes les innovations que nous introduisons sur le marché.

Je vous prie d'agréer, Madame, Monsieur, l'expression de mes salutations distinguées,

Massimiliano Menegotto  
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

© Copyright by NUM AG  
Réutilisation possible après autorisation.

NUMinformation est publié une fois par an, en français, allemand, anglais, italien et chinois.

## Des packages rétrofit déployés en Inde

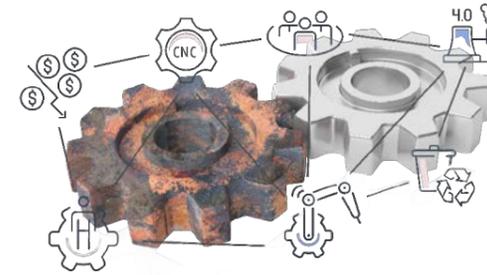
Dans de nombreux cas, lorsque des machines de haute qualité prennent de l'âge, il est possible de continuer à les utiliser grâce à une remise à neuf générale. Les pièces moulées et mécaniques de la machine sont conservées ou remises à neuf et tous les autres composants tels que l'électricité, la commande numérique, etc. sont remplacés par des systèmes modernes appropriés.

En Inde, il existe un très grand nombre de machines de haute qualité qui ont plus de 20 ans et le marché a besoin d'un fournisseur de solutions globales qui combine à la fois l'expertise mécanique et l'expertise en matière de commande numérique. Conformément à sa stratégie d'entreprise qui consiste à proposer des solutions globales, NUM développe son site de Bangalore pour en faire un centre de modernisation où sont proposés et réalisés des ensembles complets de modernisation pour le marché indien. Cela signifie qu'en plus des systèmes CN, du développement de logiciels et de l'ingénierie, NUM en Inde propose également la modernisation mécanique de la machine. Afin d'être très efficaces, les spécialistes NUM se concentrent dans un premier temps sur les rectifieuses d'engrenages et d'outils de haute qualité.

NUM est ainsi en mesure de transformer une machine obsolète de haute qualité en une machine moderne et performante à un prix comparativement bas. Outre l'aspect financier positif par rapport à une machine neuve, ces modernisations sont également utiles d'un point de vue écologique.



Cérémonie d'ouverture du site de production NUM India 22 avril 2023, jour des festivités d'Akshaya Tritiya. Ce jour est un symbole de chance et de succès en Inde



NUM India propose des solutions complètes de modernisation

## Événements

## Calendrier des événements 2023/2024

**FABTECH 2023**  
Du 11 au 14 septembre, à Chicago aux États-Unis  
North Building Stand B11010

FABTECH

**EMO 2023**  
Du 18 au 23 septembre, à Hanovre en Allemagne  
Hall 9 Stand I42

EMO

**DMP 2023**  
Du 27 au 30 novembre, à Shenzhen en Chine  
Hall 5 Stand 5B03

DMP

**Global Industrie 2024**  
Du 25 au 28 mars, à Paris en France

LE SALON GLOBAL INDUSTRIE

**Grinding Hub 2024**  
Du 14 au 17 mai, à Stuttgart en Allemagne

GRINDING HUB

**IMTS 2024**  
Du 9 au 14 septembre, à Chicago aux États-Unis

IMTS2024

# Innovations dans NUMgrind



## Innovations dans NUMgrind

NUMgrind est un logiciel développé par NUM proposant une solution globale performante pour la rectification cylindrique et non circulaire. Il est parfaitement adapté à l'usinage de pièces complexes sur des rectifieuses horizontales et verticales. Au cours des dernières années, NUMgrind est devenu une référence connue et respectée dans le secteur de la rectification cylindrique. NUM a écouté attentivement les besoins de ses clients et a intégré de nombreuses nouvelles fonctionnalités dans le développement de NUMgrind, s'en sont suivis plusieurs projets bien réussis tant en Europe qu'en Asie.

Les dernières améliorations apportées à NUMgrind augmentent les performances, la fiabilité et la facilité d'utilisation. De plus, de nouvelles fonctions ont été ajoutées pour améliorer encore les performances et les fonctionnalités du logiciel. Les constructeurs de machines et les utilisateurs finaux peuvent bénéficier de ces développements en intégrant la dernière version de NUMgrind dans leurs processus et leurs produits. Cela permet aux ateliers de augmenter leur productivité, de réduire les coûts et de raccourcir les délais de mise sur le marché. Les sections suivantes se concentrent sur quelques-unes des nombreuses innovations.

### Course courte

Une nouvelle touche sur le panneau de commande de la machine permet d'interrompre le mouvement d'oscillation pour les cycles suivants :

- Cylindrical Traverse (G206 / G207)
- Conical Traverse (G210 / G211)
- Shoulder Traverse (G214 / G215)

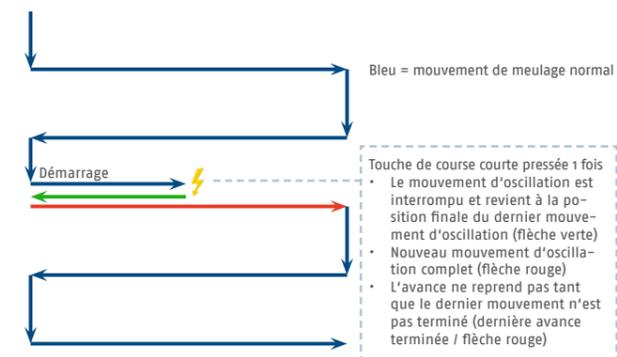


Figure 1: Interruption du mouvement d'oscillation par une brève pression sur le bouton

Une simple pression sur le bouton « Course courte » interrompt le mouvement courant de la machine et la ramène au point de départ de la course.

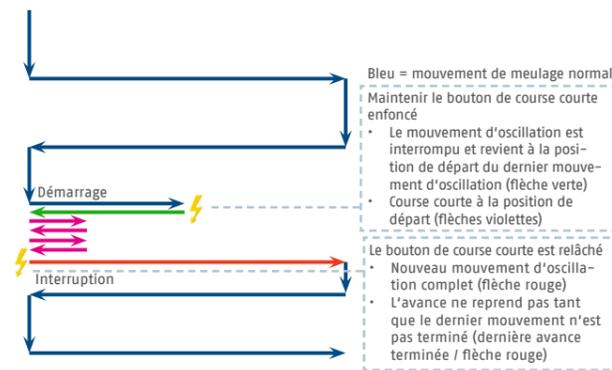


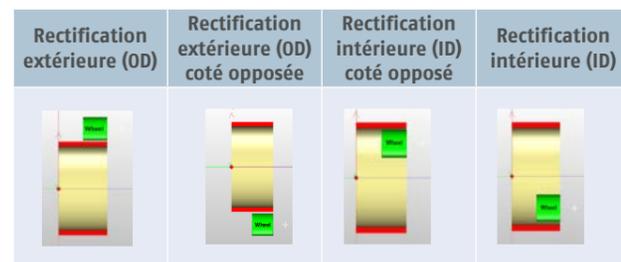
Figure 2: Course courte en position finale

La fonction de course courte peut être utilisée pour rectifier plusieurs fois certains points de la pièce sans que l'avance n'ait lieu. Dans le cas de pièces légèrement inclinées ou déformées, il est possible d'intervenir individuellement dans le processus de rectification pour chaque pièce sans avoir à régler le programme de rectification proprement dit.

La fonction de course courte peut être utilisée pour rectifier plusieurs fois certains points de la pièce sans que l'avance n'ait lieu. Dans le cas de pièces légèrement inclinées ou déformées, il est possible d'intervenir individuellement dans le processus de rectification pour chaque pièce sans avoir à régler le programme de rectification proprement dit.

### Rectification du côté opposé

NUMgrind permet de sélectionner librement le côté où doit se faire la rectification (position de la meule par rapport à la pièce) à la fois pour la configuration de la pièce et également pour chaque cycle de rectification cylindrique. L'opérateur dispose de deux options pour



le rectification intérieure (rectification du côté proche ou du côté éloigné) ainsi que de deux pour les cycles de rectification extérieure. Cela permet également aux machines dont la course le long de l'axe X est limitée de rectifier les diamètres intérieurs et extérieurs de manière conviviale sans avoir à reprogrammer les cycles de rectification.

En outre, la possibilité de changer le côté de rectification pendant les cycles de rectification interne offre une plus grande flexibilité pour les pièces particulièrement complexes.

### Corrections dynamiques

Pendant l'exécution d'un cycle de rectification, il est possible d'apporter des corrections dynamiques le long des axes X et Z. Ces apports sont pris en compte en temps réel et ont un impact immédiat sur le processus de rectification.



Figure 3: Corrections dynamiques du côté sF1

### Corrections pour chaque cycle

L'ensemble du programme de rectification dispose d'un décalage de référence global (DAT1) qui peut décaler la position du programme de la machine. En plus de ce décalage global, chaque cycle de rectification offre un autre décalage, local, qui ne peut être appliqué qu'à ce cycle et fonctionne parallèlement à la correction globale de DAT1.

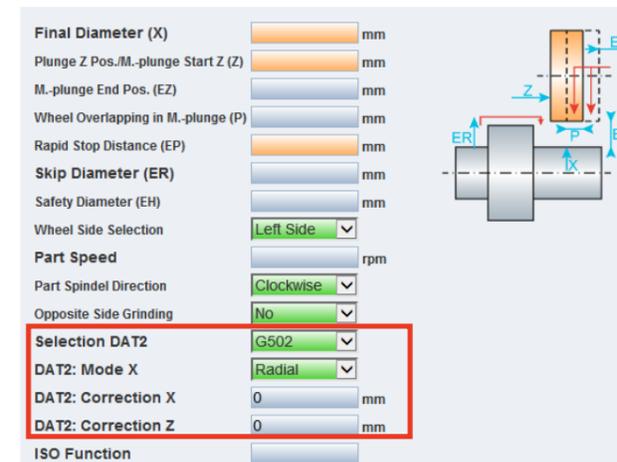


Figure 4: Correction du point de référence pièce DAT2

### Broche de la pièce

La vitesse de la broche peut être réglée à la fois dans le pré-cycle et dans chaque cycle. Si aucune valeur n'est définie, la broche reste à sa vitesse courante. Grâce à cette option dans l'In-Cycle, la vitesse peut être adaptée encore plus spécifiquement à la qualité de surface souhaitée dans les différentes étapes de rectification, telles que l'ébauche et la finition. En outre, le sens de rotation de la pièce peut être réglé facilement par l'utilisateur dans le pré-cycle.

### Cycle d'élimination des écarts

Les cycles de rectification peuvent également inclure une fonction d'élimination



Figure 5: Masque de saisie des données d'élimination des écarts dans l'IHM NUMgrind

des écarts qui peut être utilisée pour accélérer le temps de cycle et optimiser la vitesse et le mouvement de la machine pendant le cycle. Toutefois, comme la rectification des épaulements s'accompagne souvent d'une quantité incrémentale de rectification, un nouveau cycle de rectification a été créé spécialement pour cette opération pertinente. Ce nouveau cycle d'élimination des écarts peut être utilisé en X, en Z ou le long des deux axes simultanément. Les champs de saisie de la page Élimination de l'écart facilitent la programmation de l'opération de rectification par l'utilisateur et rendent le processus plus simple.

Ceci est particulièrement utile pour la rectification d'épaulement avec une meule intérieure. Le cycle de refroidissement ne peut être activé qu'après le déclenchement du capteur AE (Capteur AE sensor : Capteur d'Emission Acoustique), ce qui permet à ce dernier d'être plus précis et moins sensible aux interférences audibles dues au bruit du fluide de refroidissement.

### Mode semi-automatique

Le mode semi-automatique permet à l'opérateur d'obtenir facilement un arrondi parfait sur la pièce, ou de surmouler ou de rectifier à nouveau une pièce. Ce mode de fonctionnement est lancé par une commande M ou un bouton sur le pupitre de la machine, puis l'utilisateur est guidé tout au long du processus par des questions et des invites à l'écran. L'utilisateur peut choisir d'osciller aussi bien le long de l'axe X que de l'axe Z. Une fois que l'utilisateur a saisi les champs nécessaires et qu'ils ont été validés, l'avance manuelle est activée. L'utilisateur peut gérer l'avance de la machine manuellement à l'aide de la manivelle (également appelé générateur d'impulsions) pendant le processus de rectification. Pour mesurer la pièce ou pour d'autres interventions, le processus peut être interrompu un nombre illimité de fois, réglé et repris.

### Fichier de configuration de l'IHM

Afin de mieux s'adapter aux exigences de l'équipementier ou de l'utilisateur final, il est possible d'afficher ou de masquer certains champs de saisie par le paramétrage adéquat du fichier de configuration. De cette manière les champs de saisie non nécessaires sur une machine ou sur une opération sont masqués sur l'IHM. Ceci simplifie et rationalise la programmation des cycles de rectification. En outre, les valeurs par défaut des champs peuvent être stockées et personnalisées pour tous les champs de saisie de la page. Ces valeurs par défaut sont ensuite chargées automatiquement dans les cycles respectifs une fois qu'ils sont ajoutés à un programme.

### Saut de bloc et réinscription au programme

Si une pièce doit être rectifiée, mais que l'ensemble du programme n'est pas nécessaire pour ce processus, les blocs de cycle dont l'exécution n'est pas nécessaire peuvent simplement être suspendus dans le programme FAO de Flexium.

Dans cet exemple, seuls le premier et le dernier cycle de déplacement cylindrique seront exécutés par le programme. Si l'utilisateur choisit de ne pas exécuter les trois autres cycles de rectification, ils seront ignorés, ce que l'on peut constater car ils sont barrés dans l'arborescence du programme.

Pour réintroduire un programme de rectification, il suffit à l'utilisateur de mettre en évidence le bloc de cycle dans le programme, puis de sélectionner l'option de menu « Réintroduire » qui apparaît lors du téléchargement du programme.



Figure 7: Exemple de programme de réinscription

Dans cet exemple, le dernier cycle de déplacement cylindrique est sélectionné, puis l'utilisateur choisit « Réintroduction du programme » lorsqu'il génère le programme à envoyer à la CN.

## NUM IloTgateway prend en charge l'interface umati

## Améliorations apportées à Flexium3D

## NUM IloTgateway prend en charge l'interface umati

L'un des principaux avantages technologiques du XXIe siècle est la possibilité de mettre en réseau les machines-outils à commande numérique avec les systèmes informatiques et de communication. En reliant les deux, les entreprises sont en mesure de mémoriser des informations numériques, de suivre les tendances et d'identifier d'éventuels problèmes ainsi que les moyens permettant d'être plus efficaces avec les ressources dont elles disposent. L'interface umati (Universal Machine Tool Interface) est une solution qui vise à permettre l'échange de données et l'intégration entre différents machines, logiciels et systèmes dans l'environnement de fabrication.

La mise en place de systèmes de production intégrant différentes machines dans un système de contrôle supervisé peut s'avérer très coûteuse. Cela est dû, entre autres, à l'incohérence des données fournies par les différents systèmes de contrôle. En outre, l'absence d'une norme générique en ce qui concerne la structure, le contenu et la présentation des informations précieuses dans l'environnement industriel, ne fait qu'aggraver la situation.

umati est une norme d'interface ouverte basée sur OPC UA, qui relie les machines, les composants et les installations aux systèmes informatiques spécifiques au client / utilisateur. Cette norme d'interface est supportée conjointement par la VDW (Association allemande des constructeurs de machines-outils) et la VDMA (Fédération allemande de l'ingénierie) et est ouverte aux participants de l'industrie, de la recherche, des organisations et des réseaux du monde entier.

L'interface permet de connecter facilement, en toute sécurité et de manière transparente une multitude de machines-outils à des in-

frastructures informatiques spécifiques à chaque client et permet ainsi la réalisation rapide de projets dont l'objectif est de générer de la valeur ajoutée à partir des données recueillies.

Mais l'avenir ne s'arrête pas là. Alors que la plupart des normes précédentes ne permettaient que la lecture des données, OPC UA permet également d'écrire des données à partir de sources externes. Si une machine envoie des informations signalant qu'elle a besoin d'une intervention de la part d'une personne ou d'un programme, elle peut également recevoir des instructions. Pour l'instant, la fonction d'écriture dans la zone umati n'est pas encore utilisée.

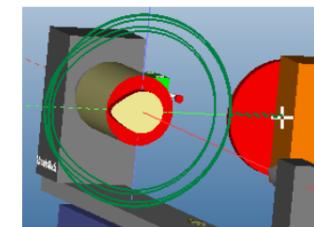
La numérisation et l'industrie 4.0 permettent aux entreprises d'entrevoir de nouveaux modèles de fonctionnement, de plans .... Grâce à l'IloTgateway, NUM propose déjà une solution prête à l'emploi dans laquelle le système de contrôle commande peut transmettre des données à un système de niveau supérieur. Comme toujours, nous sommes heureux d'accompagner nos clients dans leur mise en œuvre de l'IloTgateway, y compris s'il s'agit d'étendre les fonctionnalités de base.

La passerelle NUM IloT prend désormais en charge l'interface umati en plus d'OPC UA, MQTT et MTConnect. La passerelle NUM IloT est évidemment disponible sur les Commandes Numériques FlexiumPro et Flexium+, mais elle peut également être installée sur les commandes Flexium, Axium Power et Num Power. Pour activer cette fonctionnalité, il suffit d'installer le logiciel ainsi que la licence correspondante.



## Simulation de fonctions de rectification non circulaire

La simulation 3D d'un processus d'usinage avant son exécution sur la machine réelle permet d'éviter les collisions, de détecter les erreurs et de vérifier les résultats de la rectification (en réalisant des mesures virtuelles). Le logiciel de simulation 3D de la commande CNC NUM Flexium+ (Flexium 3D) est désormais capable de simuler les fonctions utilisées dans les cycles de rectification non circulaire également en mode hors ligne (voir Figure 1). Pour permettre cette simulation en mode hors ligne, Flexium 3D a dû être enrichi de plusieurs nouvelles fonctions. Ce qui est intéressant, c'est que ces nouvelles fonctions peuvent également être utilisées dans d'autres fonctions G créées par le constructeur de la machine ou l'utilisateur final et ces fonctions G seront alors automatiquement affichées correctement dans Flexium 3D. Examinons les différentes fonctions utilisées pour la rectification non circulaire.

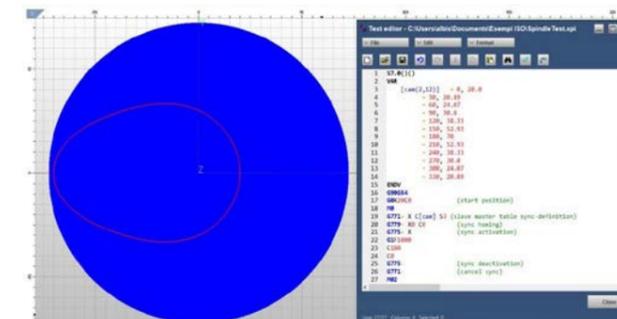


Comme son nom l'indique, la rectification non circulaire consiste à rectifier une forme non circulaire. Une caractéristique de ces formes est qu'elles sont définies par des contours fermés. La définition du contour fermé en coordonnées polaires se fait avec la fonction C.INIT. La fonction C.OFF permet de définir facilement un « décalage de contour » par rapport à une courbe fermée.

Lorsqu'une telle forme est réalisée, elle l'est avec un décalage qui devient de plus en plus petit jusqu'à ce qu'il soit finalement nul et que la forme soit ainsi complètement usinée.

L'accouplement de l'axe C (broche de la pièce) avec l'axe X (axe d'alimentation) est d'une importance capitale pour la rectification non circulaire. Ici, la CNC offre deux options de base. Soit l'utilisation de la transformation des coordonnées cartésiennes / polaires (G21), soit l'utilisation de la boîte de vitesses électronique multi-niveaux (MLEGB). Développée à l'origine pour la fabrication d'engrenages, cette dernière se présente comme une alternative solide à la G21 pour la rectification non circulaire.

Examinons tout d'abord la fonction MLEGB. Cette fonction est utilisée lorsque la forme à meuler est disponible sous forme de tableau C-X, c'est-à-dire que chaque position de l'axe C est stockée dans un tableau avec la position de l'axe X correspondante.



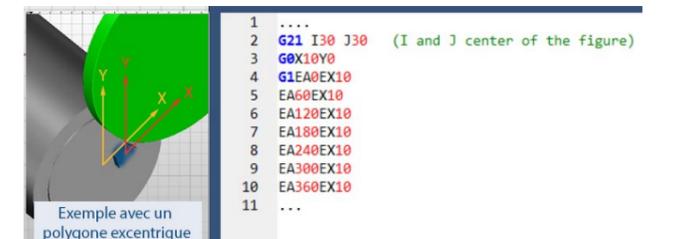
Les propriétés du MLEGB peuvent être définies librement dans le programme de pièce. Chaque axe peut être défini comme maître ou esclave, comme axe linéaire ou rotatif. Le rapport entre l'axe maître et l'axe esclave peut être contrôlé par un paramètre fixe défini par l'utilisateur ou par une variable dynamique (tableau de courbes). La flexibilité est encore accrue par la possibilité de mettre en cascade plusieurs MLEGB. Par exemple, l'axe esclave d'une boîte de vitesse dynamique peut être utilisé comme axe maître dans une autre MLEGB. Ainsi, les axes ne doivent pas nécessairement être réels, ils peuvent également être définis comme des axes virtuels dans le système.

Dans le cas de la rectification non circulaire avec la MLEGB, toutes ces belles possibilités sont utilisées. Dans l'exemple (Fig. 2), pour chaque position du maître (axe C), une position correspondante d'un esclave (axe X) est définie via un tableau. Après avoir activé la boîte de vitesses électronique, les deux axes sont synchronisés et seront également affichés dans Flexium 3D.

Comme nous l'avons déjà mentionné, l'utilisateur n'a pas besoin de programmer toutes ces étapes pour la rectification non circulaire. Il dispose d'un cycle de rectification complet, mais il peut bien entendu utiliser ces fonctions dans ses propres fonctions G.

Si l'utilisateur dispose d'un polygone ou d'un contour comme référence, la transformation des coordonnées cartésiennes / polaires est utilisée. Avec la transformation de coordonnées cartésiennes / polaires (G21), la programmation s'effectue dans un système de coordonnées cartésiennes virtuelles XY, qui est perpendiculaire à l'axe de la broche. Lors de l'exécution de la fonction G21, le système CNC effectue une transformation de coordonnées cartésiennes-polaires (conversion de X-Y en X-C). La fonction G21 permet de programmer le contour, ici l'hexagone (voir Fig. 3 bleu), dans un système de coordonnées local, ici avec le point zéro au centre de l'hexagone (voir Fig. 3 rouge) au lieu du système de coordonnées au centre de la broche (voir Fig. 3 orange). La position de la meule est automatiquement calculée en conséquence.

Les fonctions susmentionnées, qui sont entièrement intégrées dans Flexium 3D, sont utilisées dans les cycles de rectification NUMgrind, mais ne sont bien sûr pas visibles en tant que telles pour l'utilisateur. Toutefois, si un constructeur de machines ou un utilisateur final souhaite écrire ses propres cycles, il peut utiliser ces fonctions et simuler ses cycles avec Flexium 3D.



# Plan incliné (iPlane)

## Plan incliné (iPlane) : Nouvelles fonctions ANGLES, ROTATION, PLACE

La fonction usinage dans un plan incliné (iPlane G150) est conçue pour faciliter la programmation lors de l'usinage dans un repère incliné qui n'est donc pas aligné avec le repère programme défini par les axes physiques de la machine. Ainsi un programme CN conçu dans le repère programme (non incliné) peut être utilisé sans modification pour usiner la même forme dans un repère incliné. Ceci requiert la programmation de la fonction iPlane (G150) avec une orientation correcte de l'outil par rapport à la pièce, c'est-à-dire un outil perpendiculaire au plan incliné d'usinage.

Un exemple simple de cette dernière affirmation est illustré par la figure 1 ci-dessous, où un programme pièce est écrit pour usiner une poche carrée dans le plan XY (sur la face bleue), puis utilisé pour usiner la même poche sur la face rouge qui est inclinée autour de Y à 43 degrés. Comme on peut le voir, en passant de la face verte à la face rouge, l'outil doit être réorienté pour effectuer l'usinage correctement.

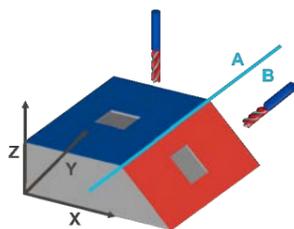


Figure 1 : (Section A) Poche carrée en gris sur la face bleue. On suppose avoir le programme pièce qui usine la poche dans le plan XY. (Section B) La même poche est usinée sur la face rouge, inclinée autour de Y à 43 degrés par exemple, en utilisant le même programme pièce et la fonction iPlane (G150). Comme on peut le voir, l'outil doit être réorienté pour être perpendiculaire au plan incliné d'usinage

La perpendicularité entre l'outil et le plan incliné d'usinage est fondamentale pour obtenir la forme programmée: si cette étape est négligée, non seulement la forme obtenue est dégradée, mais il peut également s'avérer dangereux d'usiner par le risque d'endommager l'outil et/ou la pièce.

Alors que la condition de perpendicularité est simple si on travaille avec une tête double twists (voir figure 1a), la réorientation de l'outil pour satisfaire cette condition est plus difficile à réaliser sur une machine à plateau tournant inclinable (berceau). Dans le cas d'une machine à plateau tournant inclinable, la machine possède une tête simple fixe portant l'outil perpendiculaire au plan d'interpolation du repère programme (non incliné), tandis que les axes rotatifs sont fixés à la table. Dans ce cas, c'est la table qui doit tourner pour amener l'outil perpendiculaire au plan incliné.

En outre, si le plan incliné nécessite une rotation autour d'un axe qui ne fait pas partie du jeu d'axes rotatifs de la table, les deux axes rotatifs de la table doivent être combinés pour réaliser cette rotation. Exemple: nous sommes censés travailler sur une machine dont les axes de rotation sont A et C, et le plan incliné exige une rotation autour de B.

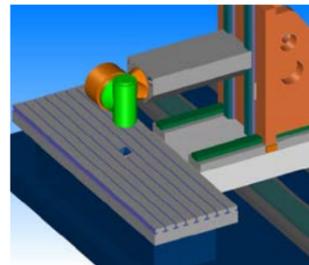


Figure 1a

### Nouvelles fonctionnalités

Pour simplifier la déclaration de l'orientation de l'outil par l'utilisateur, trois nouvelles fonctions appelées ANGLES, ROTATION et PLACE ont été développées pour la cinématique du plateau tournant incliné de la macro iPlane (G150). Les cinématiques référencées sont de type 17 et 18 (voir Fig. 2 et Fig. 3 ci-dessous).

Pour activer et sélectionner l'une de ces trois nouvelles fonctions, un nouvel argument EM est ajouté à la macro iPlane (G150) tel que:

- EM0 correspond à ANGLES,
- EM1 correspond à ROTATION,
- EM2 correspond à PLACE.

Voyons brièvement comment fonctionnent ces trois nouvelles fonctions et quelles sont les différences entre elles.

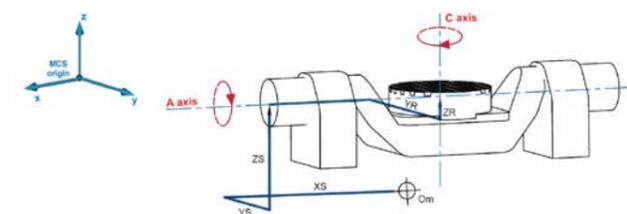


Figure 2 : Cinématique de type 17 : plateau tournant inclinable, table rotative C portée par l'axe A

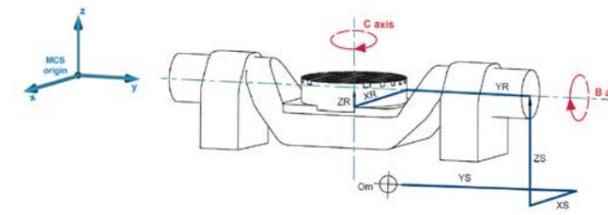


Figure 3 : Cinématique type 18 : plateau tournant inclinable, table rotative C portée par l'axe B

### ANGLES

La fonction ANGLES (voir Fig. 4) active le plan incliné et calcule les mouvements qui doivent être effectués par les axes rotatifs de la cinématique pour assurer une orientation correcte de l'outil par rapport au plan incliné d'usinage. Aucun mouvement n'est effectué. Les cotes calculées sont sauvegardées dans des paramètres E appropriés (E88256 pour A, E88257 pour B, E88258 pour C) afin que l'utilisateur puisse s'y référer pour analyse et éventuellement les programmer lui-même. Cette fonction est utile non seulement dans le cas d'une pré-analyse du mouvement nécessaire des axes rotatifs permettant ainsi une évaluation précise des obstacles qui pourraient se présenter durant le mouvement, mais aussi dans le cas d'un axe rotatif non asservi qui doit être déplacé manuellement. Il est à noter que lorsque cette fonction programmée, le plan incliné est activé, de sorte qu'en cas de déplacement manuel des axes rotatifs, le système est déjà prêt à usiner. Si l'on souhaite effectuer uniquement une pré-analyse, le plan incliné doit être désactivé avant tout mouvement des axes linéaires.

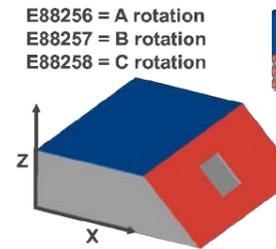


Figure 4 : Fonction ANGLES. Aucun mouvement n'est effectué mais les cotes calculées pour les axes rotatifs, nécessaires à l'orientation correcte de l'outil, sont enregistrées dans les paramètres E décrits dans la figure

### ROTATION

En plus de la fonction ANGLES, la fonction ROTATION (voir Fig. 5) déplace automatiquement les axes rotatifs, dans un mouvement interpolé, afin d'obtenir la bonne orientation. Ce mouvement n'impose aucune condition sur la position de la pointe outil (TCP - Tool Centre Point), de sorte que les axes linéaires restent immobiles. Il faut en tenir compte pour éviter les collisions indésirables entre l'outil d'usinage et la pièce à usiner.

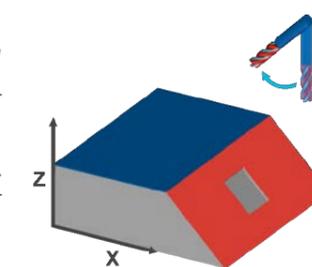


Figure 5 : Fonction ROTATION. La figure considère le plan incliné pour aider à comprendre le mouvement relatif entre l'outil et la pièce. Ainsi, même si c'est la table qui pivote entraînant de fait la pièce sur laquelle elle est posée, le résultat vu du plan incliné est une réorientation de l'outil qui l'amène à être perpendiculaire au plan incliné d'usinage

### PLACE

La fonction PLACE (voir Fig. 6) est similaire à la fonction ROTATION, mais les mouvements des axes de rotation sont effectués après l'activation de la fonction RTCP (Rotation autour du point central de l'outil). Cela permet de s'assurer que la pointe outil (TCP) reste dans la même position même lorsque la table se déplace. Cette fonction est particulièrement utile lorsque l'on

souhaite un meilleur contrôle de la position de la pointe outil (TCP) ou lorsque celle-ci est déjà à la position de départ souhaitée et qu'il suffit de réorienter le système pour commencer l'usinage.

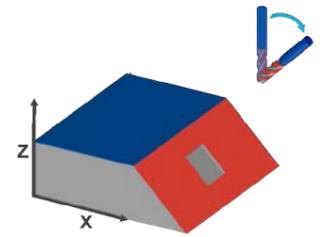


Figure 6 : Fonction PLACE. Comme pour la figure 5, la photo considère le plan incliné. La différence avec la précédente est que la pointe outil (TCP) est immobile.

Lorsqu'un plan incliné est programmé, avec l'une des trois fonctions mentionnées précédemment, il y a toujours deux solutions possibles pour orienter l'outil correctement: l'une qui déplace l'axe d'inclinaison dans le sens positif, et l'autre dans le sens négatif. Selon les situations et les machines, l'une ou l'autre solution est plus appropriée. Par défaut, le mouvement positif de l'axe d'inclinaison est choisi, mais si l'utilisateur souhaite exécuter l'autre solution ou expliciter le choix pour chaque cas, le paramètre EQ est ajouté. En particulier :

- EQ1 indique la solution pour un mouvement positif de l'axe d'inclinaison,
- EQ2 indique la solution pour un mouvement négatif de l'axe d'inclinaison.

Enfin, l'origine souhaitée du plan incliné est déclarée par l'utilisateur lors de la programmation de la macro iPlane (G150). Les cotes de ce point sont spécifiées dans le repère programme (non incliné) de sorte qu'il est facile pour l'utilisateur de déterminer les bonnes cotes et qu'il lui est inutile d'effectuer des calculs fastidieux pour obtenir les cotes de l'origine souhaitée dans le repère incliné. La macro se charge de transformer correctement ce point (défini avec les arguments EU, EV et EW) dans le repère incliné.

Les nouvelles fonctionnalités permettent d'atteindre plusieurs objectifs en travaillant avec une machine à plateau tournant inclinable:

1. L'orientation de l'outil perpendiculaire au plan incliné d'usinage est facilitée, y compris pour des plans inclinés nécessitant des rotations autour de 2 ou 3 axes ;
2. Un programme pièce qui doit être exécuté sur différentes faces peut être défini dans le repère programme (non incliné), puis la macro iPlane se charge de l'usinage sur les faces inclinées, sans qu'il soit nécessaire de modifier le programme de pièce, ce qui évite une perte de temps fastidieuse ;
3. Un mauvais positionnement d'une pièce à usiner peut être compensé de manière à ce que l'outil travaille toujours perpendiculairement au plan incliné d'usinage ;
4. Le même programme pièce peut être exécuté sans modification sur une cinématique de type 17 et 18 (2 axes rotatifs) puisque si une rotation est nécessaire autour de l'axe rotatif manquant, celle-ci est réalisée par la combinaison des 2 axes rotatifs disponibles.

# Système de gestion des outils



## Système de gestion des outils

Le logiciel de gestion des outils de NUM est conçu pour suivre les données relatives aux outils et garantir que l'emplacement et les caractéristiques de chaque outil sont parfaitement connus à tout moment. Ils pourront ainsi être parfaitement gérés par leurs applications respectives.

L'un des avantages du système de gestion d'outils NUM pour les utilisateurs finaux est l'accès facile et fiable à la gestion de la durée de vie et des changements d'outils, que l'outil soit en cours d'utilisation, dans le magasin, le changeur ou bien la broche. Des dialogues clairs aident l'opérateur à ajouter de nouveaux outils, à trouver des outils existants et à obtenir des emplacements de cases libres et des données définies par l'outil et le numéro Duplo. Le système permet d'afficher de nombreuses pages sur l'IHM pour l'affichage de la broche et du magasin, ainsi que pour les vues des outils et des tableaux de données d'outils ; grâce à cela les opérateurs peuvent visualiser l'ensemble des données relatives aux outils ainsi que leur état courant.

Le constructeur de machines utilisera simplement le logiciel NUM Flexium Tools pour étendre la portée du projet au serveur de base de données. Des fonctions complètes (API) permettent d'implémenter toutes les opérations nécessaires pour la gestion des outils, ainsi qu'un certain nombre de fonctions spéciales dans le logiciel du NCK. Ainsi, le système NUM permet au constructeur de machines d'économiser des coûts d'exploitation et de développement considérables.

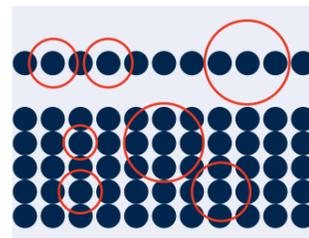
Le logiciel répond aux exigences obligatoires suivantes :

- Gestion de la durée de vie des outils et des changements d'outils
- Critères d'équivalence
- Gestion des outils étagés (plusieurs arêtes de coupe)
- Transfert de données via le réseau et la base de données
- Mesure de l'outil
- Organisation d'un nombre illimité de magasins d'outils

Ce logiciel avancé de gestion d'outils basé sur une base de données simplifie le contrôle de divers types d'outils, par exemple les fraises et les dresseurs avec différentes tailles d'outils (petits, moyens et grands) dans les magasins. Les cercles rouges indiquent l'emplacement requis pour les cases à l'intérieur d'un magasin standard.

Les tailles sont les suivantes :

- Petit : l'outil utilise 1 emplacement du magasin
- Moyen : l'outil utilise 1 + 1/2 emplacement du magasin dans toutes les directions
- Grand : l'outil utilise 2 emplacements du magasin dans toutes les directions



La configuration du type de magasin et de l'emplacement des cases s'effectue dans le cadre de la configuration du projet Automate dans le studio de développement Flexium Tools. Ce logiciel offre au constructeur de machines-outils un environnement de développement complet avec un assistant de configuration convivial.

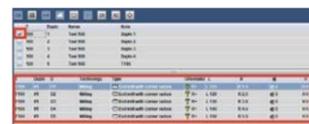
Trois types de magasins d'outils différents sont pris en charge :

- Type de chaîne
- Type de disque
- Cartouche / Rack-style ou Pickup

Le logiciel de gestion d'outils a été intégré à la plateforme de développement CN Flexium+ à partir de la révision 4.1.10.00.

La base de données de gestion des outils pour l'ensemble des machines-outils de l'usine de production peut être installée sur une quelconque plate-forme serveur, elle intègre l'ensemble des outils nécessaires à la production et supporte plusieurs machines, y compris celles avec des magasins d'outils dédiés. La base de données de gestion d'outils peut également être utilisée de manière autonome sur une seule machine CN en tant qu'extension du logiciel Flexium+ IHM.

À partir de la version 4.2.00.00 de Flexium+, Flexium 3D (le logiciel de simulation 3D de NUM) prend également en charge la gestion des outils par le biais d'une base de données. Cette fonctionnalité étend la table d'outils standard, offrant la possibilité d'ajouter plus d'informations sur les outils, de gérer les outils jumeaux, les changements d'outils, et bien d'autres choses encore.



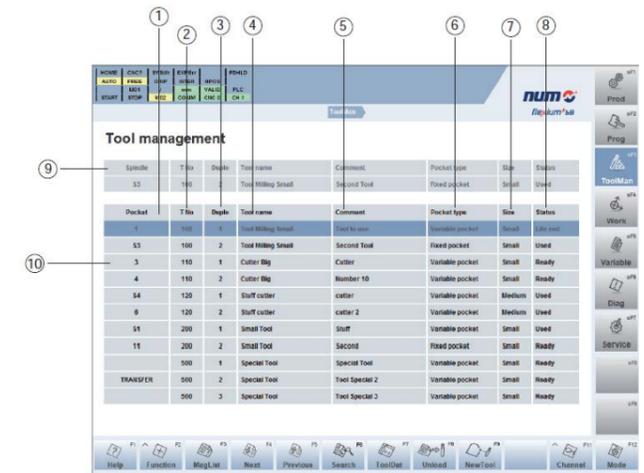
En utilisant simplement dans Flexium 3D l'adresse IP de la base de données d'outils au lieu du fichier de données d'outils, il est possible de demander la liste d'outils (avec toutes les informations et Duplo) et de l'utiliser pour la simulation dans les modes en ligne et hors ligne. Le processus complet de changement d'outil peut être simulé et visualisé en mode hors ligne.

### Vues de l'opérateur sur la gestion de l'outil

Grâce aux différentes vues de l'IHM, l'opérateur est toujours informé de l'état des outils situés dans les broches, les tampons ou les changeurs d'outils, ainsi que dans les magasins.

### Vue de l'outil

Cette page affiche la vue de l'outil avec les caractéristiques pertinentes.



- Case :
  - Information sur l'emplacement où l'outil est chargé
  - Numéro : emplacement de la case dans le magasin
  - Sxx : broche
  - Buxx : tampon
  - Nom : l'outil est chargé sur une autre machine, nom de la machine
  - Vide : la case est vide, elle ne contient aucun outil
- Numéro T de l'outil
- Numéro Duplo de l'outil
- Le nom de l'outil. Tous les outils ayant le même numéro T ont le même nom
- Un commentaire sur l'outil
- Type de case
  - Variable : l'outil est géré dans des positions variables
  - Fixe : l'outil est géré en position fixe
- Taille :
  - Petit : l'outil utilise 1 emplacement du magasin
  - Moyen : l'outil utilise 1 1/2 emplacement du magasin dans toutes les directions
  - Grand : l'outil utilise 2 emplacements du magasin dans toutes les directions
- Statut : État actuel de l'outil (prêt, utilisé...)
- Affichage de la broche active
- Affichage de tous les outils de la base de données

Description du paramètre du gestionnaire d'outils spéciaux	
LT	Différents types d'affichage sont pris en charge : Temps usinage, Nb de pièces...
LW	Durée de vie de l'outil : Alarme
LE	Durée de vie de l'outil : Erreur
LV	Valeur actuelle de vie de l'outil
MS	Vitesse maximale de la broche
MF	Avance maximum

### Vue du magasin

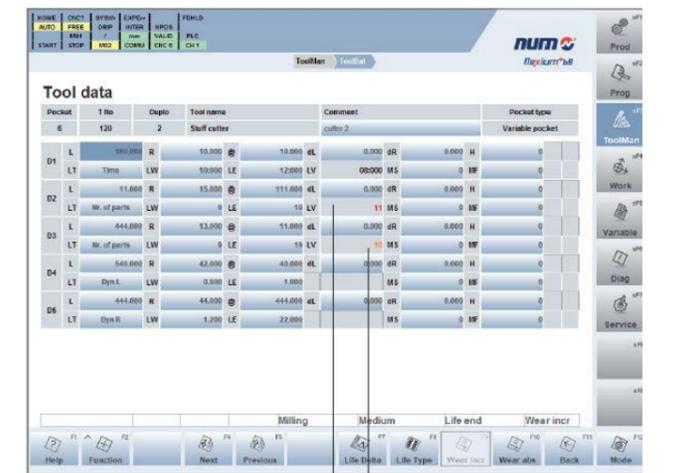
Cette page affiche tous les outils chargés dans la machine dans la vue du magasin.



- Case : Numéro de case
- Numéro T de l'outil
- Numéro Duplo de l'outil
- Le nom de l'outil. Tous les outils ayant le même numéro T ont le même nom
- Un commentaire sur l'outil
  - Type de case :
    - Case variable : L'outil peut être rangé dans un emplacement variable
    - Case fixe : L'outil est rangé toujours dans le même emplacement
  - Partiellement bloqué : Un outil de taille moyenne utilise cet emplacement.
  - Bloqué : un outil de taille importante utilise toujours cette case
- Taille : Taille de l'outil
- Etat :
  - Prêt : L'outil n'a jamais été utilisé
  - Utilisé : L'outil a déjà été utilisé
  - Alarme fin de vie : L'outil est en alarme fin de vie
  - Fin de vie : L'outil est en fin de vie
  - Bloqué : L'outil est cassé

### Vue des données de l'outil

Cette page permet d'afficher, de contrôler et de modifier les paramètres de l'outil.



- Erreur LV > LE  
La valeur de la durée de vie est affichée en rouge
- Alarme LV > LW et LV < LE  
La valeur de la durée de vie est affichée en orange

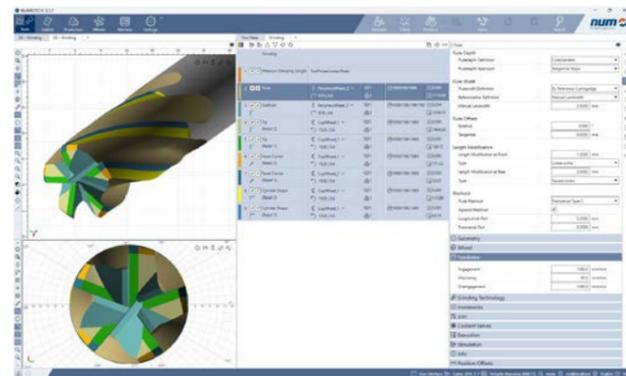
# NUMroto X

# Système CNC NUM FlexiumPro

## NUMroto X

Avec NUMroto X, NUMROTO introduit une nouvelle ligne de produits qui complètera et remplacera successivement le progiciel existant. NUMroto X a été entièrement réécrit, avec une attention particulière portée à l'utilisation des approches les plus modernes et des technologies les plus récentes. Cela permet de répondre aux exigences élevées en matière d'affûtage d'outils et d'utiliser les possibilités et les fonctions les plus récentes des systèmes informatiques modernes. Après NUMROTO DOS et NUMROTOplus, un nouveau chapitre s'ouvre avec NUMroto X, qui fournira à nos clients les standards élevés habituels de la technologie NUMROTO sur le long terme.

Comme la solution existante NUMROTOplus, NUMroto X est également conçu comme une application de bureau et sera disponible dans la même version pour être utilisé à la fois sur la rectifieuse et sur l'ordinateur du poste de travail. Les concepts éprouvés tels que la base de données multi-utilisateurs, l'analyse des processus avec NUMROTO-3D et la documentation des produits avec NUMROTOdraw continueront d'exister avec NUMroto X.



Lors du développement de NUMroto X, plusieurs axes de développement innovants ont été mis en œuvre. Au lieu de boîtes de dialogue imbriquées, l'interface utilisateur repose sur des zones de défilement qui affichent clairement les nombreux paramètres. Les entrées de l'utilisateur sont immédiatement évaluées et converties en trajectoires d'usinage, ce qui permet une visualisation rapide de la pièce. Il est ainsi possible d'observer les effets des changements de paramètres en temps réel. À cette fin, la nouvelle visualisation calcule une image au pixel près pour chaque niveau de zoom, ce qui permet de voir chaque détail, aussi petit soit-il.

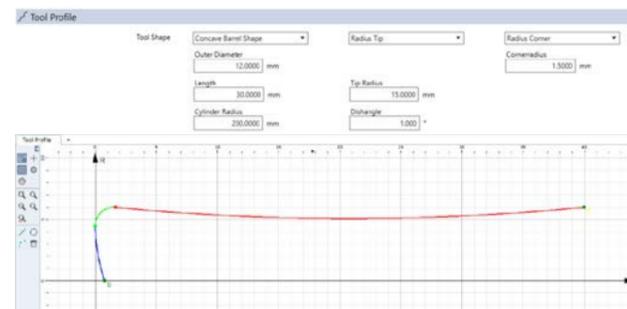
NUMroto X innove dans la définition et l'organisation des cycles de palpé. Ceux-ci peuvent désormais être enregistrés en séquences, de manière analogue aux opérations de rectification. De cette ma-

nière, les différents processus de palpé peuvent être clairement affichés et paramétrés par l'utilisateur. Pour un même outil, il est possible de créer un nombre illimité de séquences contenant des opérations de rectification, des cycles de palpé et de dressage, ou les deux. Grâce à la possibilité d'exécuter d'autres séquences à l'intérieur des séquences, celles-ci peuvent être combinées de n'importe quelle manière, ce qui permet de configurer des séquences de fabrication complexes tout en les affichant clairement.

Pour le calcul des mouvements des machines, le module cinématique a été mis en œuvre selon une approche entièrement nouvelle. Il offre des possibilités intéressantes, notamment la prise en charge de l'interpolation des mouvements à 6 axes. De nouvelles stratégies ont été mises en œuvre pour le mouvement de transfert entre deux processus de rectification, qui sont non seulement plus efficaces, mais qui contrôlent également les axes de manière plus optimale.

Lors de la création d'une nouvelle pièce, l'utilisateur dispose d'un vaste système de valeurs par défaut. Si nécessaire, les valeurs par défaut peuvent être configurées presque arbitrairement par l'utilisateur lui-même et adaptées aux propriétés de la palette d'outils à produire.

NUMroto X, dans sa première version, fournira la gamme de fonctions pour la production de fraises standard complexes. Il existe une large sélection de modèles pour les profils de face, de coquille et d'angle qui peuvent être combinés à volonté pour former un profil d'outil. Les combinaisons de fraises à coque, de fraises à surfacer et les définitions du jeu sont tout aussi flexibles.



Même si NUMroto X ne couvre pas dès le départ l'étendue fonctionnelle de NUMROTOplus, ce nouveau progiciel dispose des fonctions les plus récentes et de solutions innovantes. Il est important pour nous de continuer à fournir à nos clients la technologie NUMROTO éprouvée et de haute qualité, c'est pourquoi NUMROTOplus et NUMroto X seront disponibles en parallèle pendant plusieurs années.

# Système CNC NUM FlexiumPro

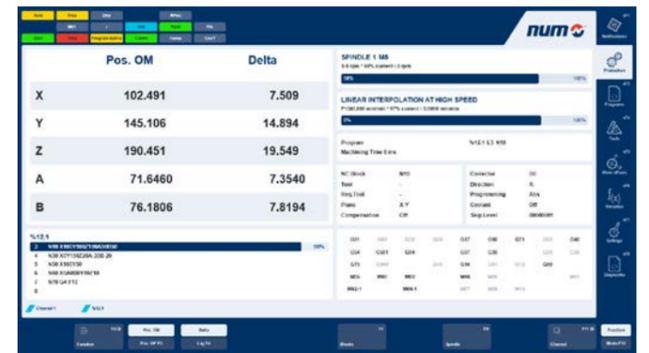
Prenez le système CNC le plus flexible, Flexium+, améliorez la puissance de calcul, la vitesse, la connectivité, la flexibilité, la densité d'intégration et la consommation d'énergie et le résultat est NUM FlexiumPro !

Considérons tout d'abord la configuration matérielle. Le système CNC se compose essentiellement d'un noyau temps réel (RTK) qui contient la CN et l'automate programmable, les variateurs de puissance (NUM DrivePro), les servomoteurs, un PC et divers accessoires. Nous recommandons d'utiliser un PC industriel NUM, mais ce n'est pas obligatoire. Le RTK et les variateurs font appel à la technologie de pointe System-on-Chip avec un processeur ARM multicore. Le degré d'intégration extrêmement élevé permet de réduire énormément le nombre de composants ce qui a un effet positif sur la fiabilité et la disponibilité du système. De plus, la puissance de calcul a pu être massivement augmentée par rapport à la Flexium+. Ainsi, la CN FlexiumPro est plus de 10 fois plus rapide que la Flexium+. Toutes les données, telles que le programme de l'automate programmable, les programmes pièces, la configuration de la machine, les données de calibration, etc... sont enregistrées sur une carte µSD interchangeable ; l'arrêt sécurisé de la CN est garanti même en cas de panne de courant grâce à l'utilisation d'un super-condensateur intégré à la CN.

Les périphériques tels que les modules E/S ou les composants de sécurité sont identiques à ceux de Flexium+. Les variateurs (NUM DrivePro), lorsqu'ils sont équipés de l'option NUM-SAMX, disposent de toutes les fonctions de sécurité nécessaires : Safe Torque Off (STO), Safe Stop (SS1/2), Safe Operating Stop (SOS), Safe Limited Speed (SLS), Safe Limited Position (SLP), Safe Direction Monitoring (SDM) et Safe Cams (SCA). De plus, la fonction Safe Brake Control (SBC) est disponible en standard. La taille du module CN a pu être considérablement réduite, le RTK sans ventilateur ne fait plus que la moitié de la largeur du NCK Flexium+. Concernant les variateurs, une version quadri-axiale rejoint les versions mono et bi-axiales.

Le logiciel de la CN est développé de manière modulaire. Tous les modules logiciels ont été ajustés et optimisés par rapport à l'architecture matérielle moderne de cette nouvelle CN afin d'en tirer un maximum de performance. Prenons l'exemple des variateurs, afin d'éviter la latence et l'overhead, on renonce complètement au système d'exploitation entre le CPU et le « logiciel proprement dit », on obtient une programmation beaucoup plus directe et efficace car proche du matériel. Cela permet d'atteindre un temps d'échantillonnage de seulement 50 µs dans la boucle d'asservissement de position, y compris pour le module quadri-axial.

Bien que FlexiumPro soit une toute nouvelle CN on a veillé à ce qu'elle reste pour l'utilisateur, aussi compatible que possible avec Flexium+ de sorte que la migration entre les deux systèmes puisse se faire ai-

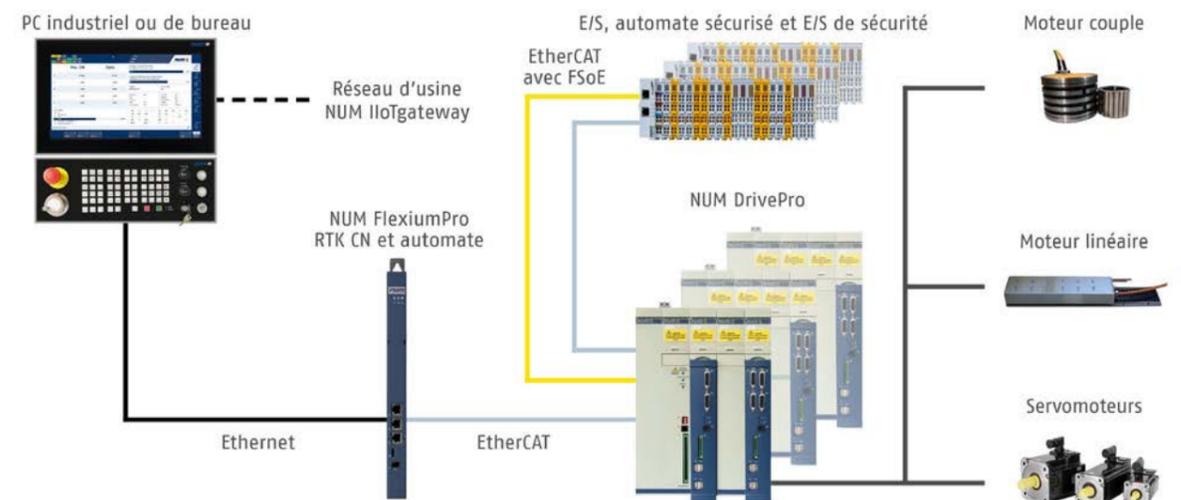


Page de production FlexiumPro IHM

sément. Cela signifie également que la FlexiumPro dispose de toutes les fonctions et flexibilités de la Flexium+. Par exemple, les langages et la programmation de l'automate de la FlexiumPro (CODESYS V3) sont identiques à ceux de la Flexium+ ; les programmes pièce sont et restent compatibles avec les versions antérieures. L'IHM du système FlexiumPro est différente de celle du système Flexium+ et met l'accent sur l'interopérabilité avec l'utilisateur (tactile, clavier et touches matérielles). Un autre grand atout de la nouvelle IHM est sa flexibilité. Grâce à un puissant SDK (Software Development Kit), l'IHM FlexiumPro peut être adaptée, étendue, modifiée et personnalisée. Les automatismes peuvent facilement intégrer des modules IHM FlexiumPro spécifiques à leurs clients dans l'IHM ou assembler et adapter les composants IHM plug-in prédéfinis selon leurs propres souhaits. Les configurations multi-IHM (une machine avec plus d'une IHM) sont également prises en charge, tout comme le logiciel de simulation Flexium 3D. Pendant la simulation 3D du programme pièce, l'utilisateur peut voir simultanément les mouvements de la machine, l'enlèvement de matière de la pièce et anticiper les éventuelles collisions entre les composants de la machine, de la pièce et de l'outil.

Grâce à NUM IloTgateway, basé sur les technologies modernes de l'industrie 4.0, il est également possible d'intégrer FlexiumPro très facilement dans l'environnement de fabrication.

Grâce à sa flexibilité, son évolutivité et sa configurabilité, ainsi qu'à sa grande efficacité énergétique, le système FlexiumPro convient à l'automatisation d'un très large éventail de machines. Il est presque certain que votre machine fait partie de cette gamme. Qu'il s'agisse d'un retrofit ou d'une nouvelle machine, nos ingénieurs d'application vous aideront volontiers à clarifier et à automatiser votre machine.



## Keyence microscope numérique

### Des pièces parfaites grâce à l'analyse au microscope numérique Keyence

Les trajectoires de NUMROTO sont aujourd'hui calculées avec une telle précision qu'il devrait théoriquement toujours en résulter des outils d'une précision micrométrique. Ce standard de qualité élevé s'est établi au fil des années, ceci d'une part en raison des trajectoires de rectification NUMROTO parfaitement calculées, mais aussi grâce à la très haute résolution de la simulation 3D qui permet de contrôler les trajectoires calculées à moins d'un micromètre, indépendamment de la machine.

Malheureusement, cette grande précision ne se retrouve pas toujours dans l'outil affûté. Les limites mécaniques et l'usure en sont les principales responsables. En mesurant l'outil sur une machine de mesure, il est possible de déterminer ces erreurs et de les corriger en général. Mais les détails sont souvent mieux analysés à l'aide d'un

microscope numérique à haute résolution afin de pouvoir ensuite corriger les écarts de manière ciblée.

Cela est bien illustré par l'arête transversale d'une fraise. La transition entre l'arête de coupe transversale en S et l'arête de coupe de la boule doit être exactement tangentielle. Le microscope numérique permet de contrôler en permanence la précision de l'arête transversale pendant la production et de la corriger au micromètre près grâce à la correction transversale dans NUMROTO.

Cela devient plus difficile lorsque les limites dynamiques de la chaîne de processus « interpolation CN – variateur – mécanique » entraîne des erreurs géométriques, comme des petites marques. Ou lorsque des éléments perturbateurs tels que les fréquences de

résonance, les vibrations ou le déséquilibre des meules provoquent des problèmes de surface. Trouver les causes de telles déviations et y remédier peut s'avérer très coûteux. Au centre technologique NUMROTO de Teufen, de tels problèmes sont analysés à l'aide d'un microscope numérique haute résolution de Keyence.

Les problèmes de surface dus à des meules qui ne tournent pas tout à fait rond sont souvent sous-estimés.

Sur la dépouille 1 et surtout à la transition entre les deux dépouilles (flèche rouge), on voit des rainures régulières. Il est pratiquement impossible de les voir à la loupe. Elles apparaissent lorsque la meule n'est pas parfaitement dressée et qu'elle bat donc légèrement en tournant. Dans le cas ci-dessus, la meule a avancé de 12 µm pendant une rotation. Le microscope numérique permet de voir exactement cette trame de rainures à 12 µm de distance. Après le dressage, on obtient une bien meilleure surface et il ne reste que de légères ombres et une transition à arêtes très vives entre les surfaces entre les dépouilles. Le microscope numérique permet donc de contrôler rapidement si les meules rectifient de manière optimale.

Les limites dynamiques apparaissent souvent lors des transitions entre les éléments géométriques, par exemple pour la fraise à rayon, entre le rayon frontal et le corps. La zone critique est souvent parcourue en moins de 0,1 seconde. Pendant ce temps, l'axe pivotant s'arrête et l'axe de rotation doit accélérer fortement.

Si la mécanique est parfaite et les variateurs réglés de manière optimale, il n'y a pas de marque visible à la surface. Dans le cas contraire, des marques peuvent apparaître (voir figure 4) : Le microscope numérique Keyence est donc également un outil important pour le contrôle et l'optimisation des réglages des variateurs.



Figure 2 L'arête de coupe transversale mesurée avec le microscope numérique de Keyence (grossissement 200:1)

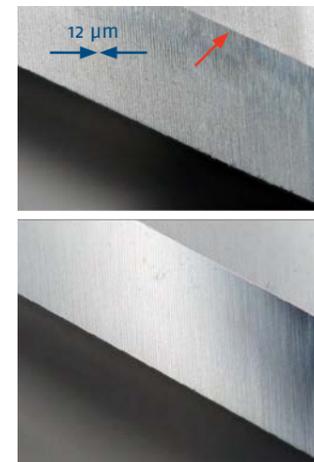


Figure 3 Prise de vue de la 1ère surface de dépouille à un grossissement de 200 fois, en haut avec une meule non dressée, en bas avec une meule dressée



Figure 1 Microscope numérique Keyence au centre technologique NUMROTO, M. Jörg Federer, directeur d'application NUMROTO NUM AG et M. Michael Knorr, ingénieur d'application NUMROTO NUM AG avec M. Manuel Schneider, Keyence Suisse

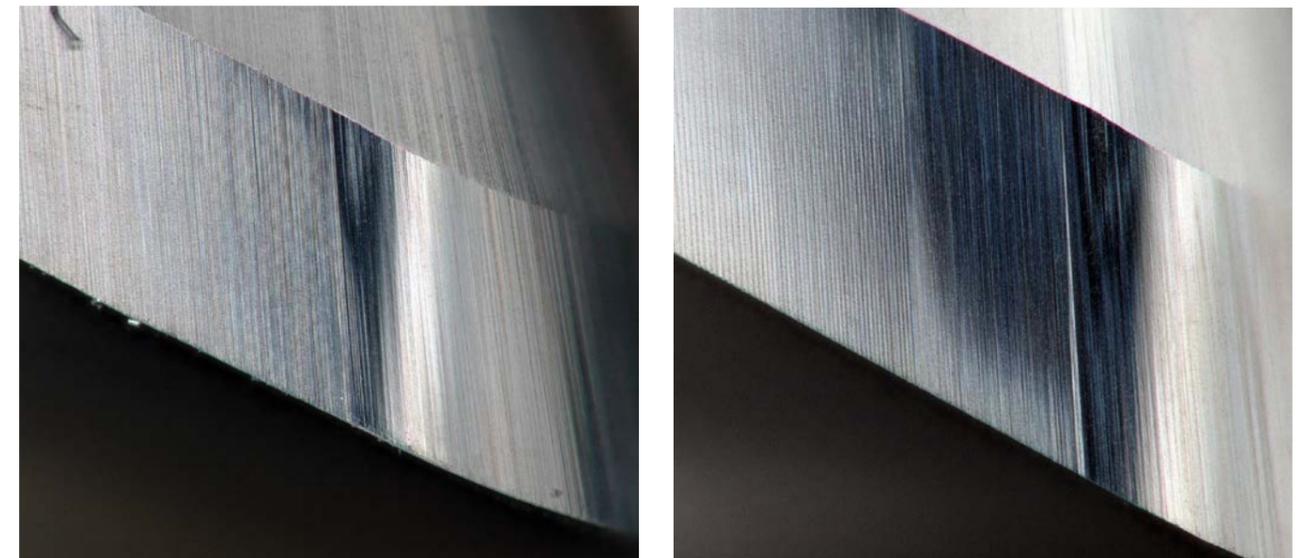


Figure 4 Transition entre le rayon et le corps avec le microscope numérique Keyence à un grossissement de 200 fois, aucune marque visible à gauche et marque visible à droite

## Construction en bois : une collaboration technologique qui commence dès les premières étapes du projet




Lorsqu'un client s'adresse à Essetre, c'est généralement parce qu'il est à la recherche d'une technologie sur mesure pour une application spécifique. En effet, l'entreprise basée à Thiene est spécialisée dans le développement de solutions personnalisées et innovantes qui répondent à des exigences précises du client. Marco Battistotti, directeur général de NUM Italie explique que : « Comme il s'agit de machines très spécifiques, une collaboration technique s'est développée au fil du temps entre Essetre et NUM, dès la phase de conception des machines. Bien évidemment, cette coopération s'applique également au développement du centre d'usinage Techno Multiwall. »

Il y a une caractéristique qui permet à Essetre de se distinguer sur le marché : le génie créatif. Le fondateur, Gianni Sella, a toujours eu le génie d'inventer des machines et des technologies pour l'industrie du meuble et du travail du bois. Il a su transmettre cette capacité à ses enfants Cristina, Nicola et Andrea qui dirigent aujourd'hui l'entreprise à ses côtés. « Il est important de connaître le marché, les clients et la technologie », explique Cristina Sella, responsable du marketing et de l'administration de l'entreprise. « mais la véritable force de Essetre est d'avoir réussi à constituer une équipe performante au fil des ans. »

L'histoire de Essetre a commencé il y a plus de quarante ans dans le garage de la maison Sella, avec l'aide d'un simple pantographe. L'entreprise a débuté comme étant le spécialiste de la fabrication de fraiseuses et de centres d'usinage pour l'industrie du bois. Tout au long de son histoire, elle a développé des machines pour la construction de fenêtres, de canapés, de chaises, d'éléments courbes, etc. Ces machines couvrent plus ou moins tous les segments à la mode de l'industrie du bois. Depuis 20 ans, l'entreprise est également active dans le domaine de la menuiserie et de la charpenterie en bois, un segment de marché qui représente aujourd'hui environ 90 % de ses activités. « Nous avons commencé avec une machine pour le traitement des grandes poutres », raconte Cristina Sella. « puis le marché a évolué et aujourd'hui, Essetre propose de nombreuses

solutions pour l'industrie de la construction. L'éventail va des machines pour les plus petites poutres et donc pour les opérations d'usinage les plus simples, au centre d'usinage Techno Fast, notre cheval de bataille, que nous produisons maintenant en série, mais que nous continuons de personnaliser par le biais de petites adaptations afin qu'il colle au plus près des besoins du client. »

Essetre est basée à Thiene (province de Vicence) et dispose d'un site de production récemment agrandi, d'une superficie d'environ 9 000 mètres carrés. L'entreprise emploie plus de 50 personnes et fournit des clients dans le monde entier, notamment grâce au bureau de vente récemment ouvert à Charlotte, en Caroline du Nord (États-Unis). Les machines conçues et fabriquées par Essetre sont toutes personnalisées, c'est-à-dire qu'elles diffèrent les unes des autres. « C'est ce qui fait notre spécificité », explique Cristina Sella. « le client vient nous voir et nous demande de développer une solution pour une application spécifique. Parfois, ce n'est pas facile parce que nous sommes confrontés à des défis de conception complexes, mais c'est ce qui nous motive. »

Le partenariat NUM /Essetre est très ancien, la première commande NUM dans l'industrie du bois a été installée chez Essetre. L'introduction d'une commande numérique, comme c'est souvent le cas, change la perspective d'une entreprise. « Vu qu'il s'agit de machines très spéciales », explique Marco Battistotti, directeur général de NTC NUM Italie, « une collaboration technique s'est développée au fil des ans entre Essetre et NUM, dès le stade de la conception de la machine. Au-delà de la fourniture des commandes numériques, des moteurs et des variateurs, des implémentations logicielles sont

La force de cette solution réside dans l'automatisation de l'ensemble du processus d'aide d'un logiciel développé en interne et géré par la Commande Numérique NUM



Un exemple concret de la collaboration entre Essetre et NUM est le Techno Multiwall, un centre d'usinage CNC pour le traitement de grandes poutres en bois

souvent nécessaires pour livrer les fonctions spécifiques requises par certaines machines. Voici le support que nous apportons à Essetre afin de rendre leurs machines plus compétitives et plus rentables. »

Un exemple concret de la collaboration entre Essetre et NUM est le Techno Multiwall, un centre d'usinage CNC pour l'usinage de poutres courbes, de murs X-LAM/CLT, de murs SIPS et de murs d'ossature jusqu'à 6000 mm de large, 480 mm d'épaisseur et une longueur illimitée. Le Techno Multiwall est un centre d'usinage à 5 axes doté d'une broche de travail de 55 kW. Elle est équipée d'une commande numérique NUM Flexium+ 68, de moteurs monocâbles SHX et d'entraînements modulaires MDLUX, et peut fonctionner à des vitesses d'usinage de 20 m/minute et plus. « Cette machine est principalement utilisée pour l'usinage des murs des maisons en bois », explique Nicola Sella, responsable des ventes et des logiciels chez Essetre. « En pratique, cela signifie qu'une fois le mur chargé, la machine effectue tous les travaux d'usinage nécessaires. Par exemple, elle crée les ouvertures pour les portes et les fenêtres, pour les installations, etc. « L'avantage de cette solution est l'automatisation de l'ensemble du processus grâce à un logiciel développé en interne qui, à partir de la conception de la maison par l'architecte, peut

créer une liste de production comprenant les macros d'usinage. De cette manière, les techniciens n'ont plus qu'à définir la séquence d'usinage des panneaux optimisés. Et tout cela est bien sûr contrôlé par la commande numérique NUM Flexium+ 68.

Comme la plupart des solutions développées par Essetre, le centre d'usinage Techno Multiwall se compose d'une structure de base qui est ensuite adaptée en fonction de l'application. « En fonction du nombre et du type d'opérations d'usinage à effectuer par le client, poursuit Nicola Sella, le centre d'usinage est équipé de deux ou trois têtes (ce qui permet de distinguer le type d'opérations d'usinage à effectuer). En outre, on décide du nombre de magasins d'outils dont le centre d'usinage doit être équipé, de la longueur des convoyeurs à rouleaux, etc... »

Une autre caractéristique intéressante de la Techno Multiwall, qui la distingue des solutions similaires proposées par nos concurrents, est le système de rotation automatique breveté, intégré à la machine et également contrôlé par la commande numérique NUM Flexium+ 68. Ce système positionne la pièce dans la position la plus appropriée en fonction du programme et de l'opération d'usinage à effectuer. « Grâce à ce système », explique Nicola Sella, « nous pouvons retourner des murs pesant jusqu'à 4/5 tonnes. »



De gauche à droite : Cristina Sella, Gianni Sella, Andrea Sella, Marco Battistotti et Nicola Sella



Centre d'usinage Techno Fast que Essetre a récemment commencé à produire en série

# Un fabricant d'engrenages indien renommé choisit NUM pour un projet de mise à niveau d'une rectifieuse à commande numérique



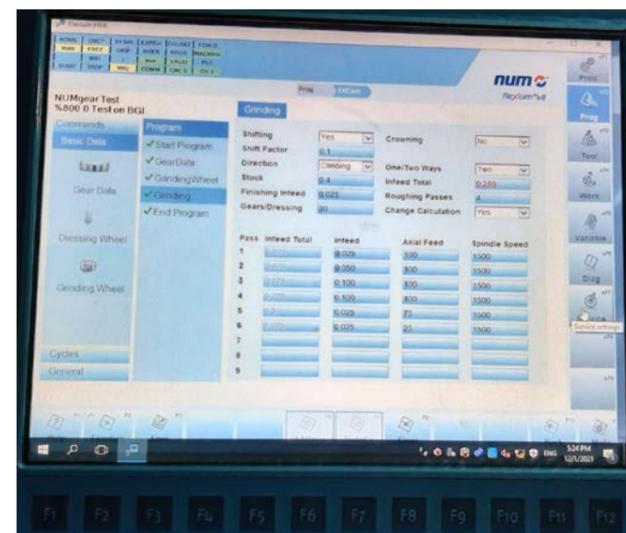
**Bharat Gears Ltd, l'un des plus grands fabricants indiens d'engrenages de qualité, a réussi à moderniser une rectifieuse d'engrenages Reishauer RZ361A avec un système CN avancé NUM Flexium+ 68.**

Fondée en 1971, Bharat Gears Ltd (BGL) n'a cessé de se développer pour devenir un leader mondial sur la technologie des engrenages. Aujourd'hui, elle exploite trois grandes usines de fabrication en Inde, à Mumbra, Faridabad et Satara. La société produit une gamme extrêmement large de couronnes et de pignons, d'engrenages et d'arbres de transmission, d'engrenages différentiels et de boîtes de vitesses, principalement pour les industries mondiales de l'automobile et des machines agricoles. BGL fabrique également des fours de traitement thermique spécialisés, y compris des lignes de produits de cémentation continue au gaz avec trempe étanche.

Les trois sites de production de BGL sont largement automatisés. Au fil des ans, la société a investi massivement dans l'automatisation de la fabrication d'engrenages ; ses ateliers de production disposent d'une base installée importante et diversifiée de machines à commande numérique permettant de tailler les engrenages à la fraiseuse, de les façonner, les ébarber et les rectifier.

BGL remplace régulièrement les machines de production d'ancienne génération par les modèles les plus récents, mais il est parfois plus judicieux, d'un point de vue économique, de mettre à niveau la technologie du système de contrôle d'une machine plutôt que de la remplacer complètement.

C'est ce qui s'est passé récemment avec une rectifieuse d'engrenages Reishauer RZ361A dans l'usine BGL de Faridabad, comme l'ex-



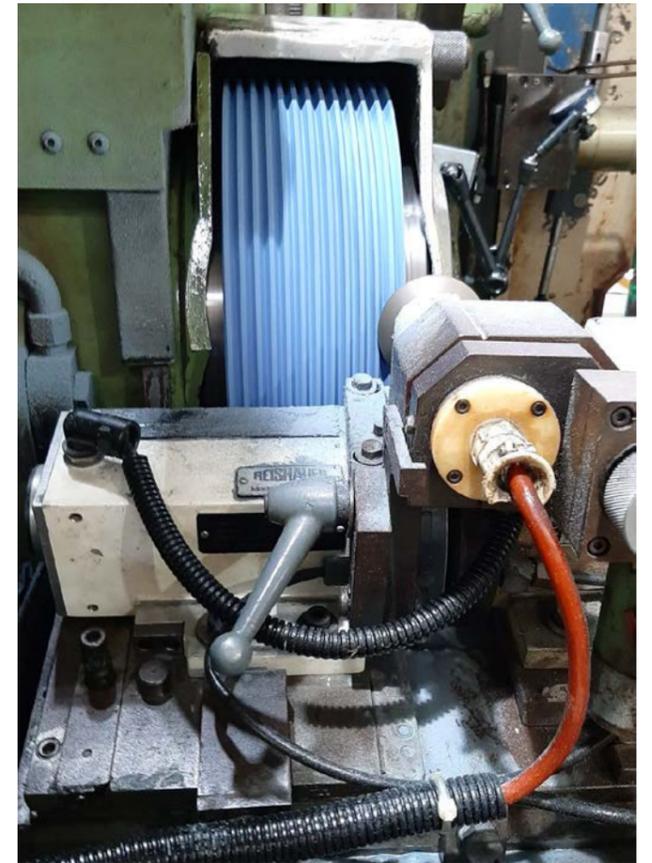
plique le technologue en engrenages de la société, M. B.L. Pansare : « Nous en sommes venus à considérer ces machines comme une sorte de bête de somme, elles représentent l'ingénierie suisse à son meilleur, fournissant constamment des capacités de rectification de précision. Cependant, pour des machines qui ont entre 15 et 20 ans, il est souvent problématique de les maintenir en état de production en raison des difficultés à obtenir une assistance pour les pannes de composants et elles peuvent donc manquer de la fiabilité dont nous avons besoin pour produire efficacement certains des profils d'engrenages les plus complexes. »

BGL a pris la décision de mettre à niveau le système de commande de la machine Reishauer avec un système CNC de NUM, principalement en raison de la réputation de NUM de fournir des solutions complètes comprenant le matériel, les logiciels et l'assistance au projet. L'origine suisse de NUM a également été un facteur de confiance. Dans ce cas précis, la mise à niveau a consisté à équiper la machine d'un système CN Flexium+ 68 haut de gamme, ses variateurs et ses

moteurs d'axes et de broches. L'opération a été réalisée par les ingénieurs de l'équipe interne de modernisation de BGL, secondée par la nouvelle filiale NUM en Inde et les conseils techniques en provenance de NUM Suisse.

Tous les composants ont été livrés et interfacés dans les délais prévus. Il y a eu quelques défis techniques en cours de route, ce qui est normal étant donné la nature complexe du projet. Mais ils ont tous été abordés de front et résolus de manière satisfaisante. Au départ, quelques cycles du logiciel n'ont pas fonctionné comme prévu lors de la rectification d'un engrenage atypique pour un client basé aux États-Unis. Après analyse, l'équipe NUM a déterminé qu'il était parfaitement possible de rectifier le profil de cet engrenage, mais que cela nécessitait des modifications détaillées du logiciel standard. NUM a entrepris les modifications nécessaires et a livré le code révisé à la satisfaction de BGL. La structure mécanique de la machine à rectifier les engrenages RZ361A s'est avérée moins robuste que prévu, ce qui affectait la précision, des modifications mécaniques correctives ont donc également été effectuées.

En fin de compte, BGL est ravie des performances de la machine Reishauer modernisée, qui combine désormais des capacités de rectification d'engrenages précises et répétables avec la fiabilité et la facilité d'utilisation de l'automatisation moderne de la production. Selon Rajesh Nath, directeur général de NUM Inde, « C'est probablement la première fois qu'un utilisateur final a modernisé une Reishauer RZ361A en Inde. Nous sommes reconnaissants de la confiance accordée par BGL à la technologie NUM. En retour, NUM a franchi le dernier kilomètre légendaire pour fournir un support et des services de personnalisation de haute qualité à son client. »



BGL a modernisé une rectifieuse d'engrenages Reishauer RZ361A avec une Commande Numerique NUM Flexium+ 68. La photo montre (de gauche à droite) : M. Pritam Singh (responsable de la maintenance, BGL), M. B.L. Pansare (technicien spécialiste des engrenages, BGL) et M. Andreas Hartig (CSO du groupe NUM)

## Retrofit d'une machine à tailler les engrenages coniques pour la fabrication d'engrenages droits



Si la différence de coût est faible, le client choisira toujours d'acheter un nouveau modèle de machine plutôt qu'une machine modernisée. Cependant, lorsque la différence de prix devient plus importante, la conversation change radicalement. C'est exactement la raison pour laquelle, il y a trente ans, l'entreprise Lanzi - Manutenzioni e Retrofit d'Emilia a commencé à proposer des retrofits sur les machines, et plus particulièrement sur les machines à tailler les engrenages, grâce à une idée ingénieuse de Gian Luigi Lanzi, qui appartient à la deuxième génération de la famille. Le défi du retrofit est loin d'être simple, mais il a évolué au fil des ans en s'appuyant sur un partenariat technologique avec NUM.

La modernisation d'une machine à tailler les engrenages, y compris la modification du concept de fonctionnement, est une opération très complexe qui nécessite un savoir-faire spécifique et des compétences techniques de haut niveau.

La société Lanzi - Manutenzioni e Retrofit a été fondée il y a plus de cinquante ans, en 1964, par Francesco Lanzi qui s'était spécialisé dans l'entretien de machines traditionnelles comme les tours et les fraiseuses... Une vingtaine d'années plus tard, Luigi Lanzi, issu de la deuxième génération de la famille, a reconnu un nouveau créneau de marché inexploité et a progressivement déplacé l'activité principale de la société du segment d'origine vers le domaine de la modernisation des machines de taillage d'engrenages. C'est à ce moment-là que la société a commencé à collaborer avec NUM. Le nouvel objectif de l'entreprise, basée à Ozzano dell'Emilia (province de Bologne), est toujours le même aujourd'hui : moderniser les machines à tailler les engrenages, en accordant une attention particulière au secteur des engrenages coniques, ainsi qu'aux engrenages à spirale et aux engrenages droits.

« Il existe une différence significative entre le prix d'achat d'une nouvelle machine et la modernisation d'une machine de taillage », explique Federico Lanzi, qui dirige l'entreprise aux côtés de son père dans la troisième génération depuis 2007. « Bien sûr, les machines modernisées ont un rendement légèrement inférieur, généralement un déficit de production d'environ 30 %, mais cela ne change rien au fait que l'utilisateur final peut acheter trois [ou] quatre machines à tailler [pour le même budget] au lieu d'une seule. Par conséquent, si le client n'a pas de problèmes d'espace dans son usine, il est beaucoup plus avantageux d'acheter une machine de taillage modernisée. » Il est également intéressant de s'interroger sur la durée de vie d'une machine à tailler les engrenages, modernisée. Elle est presque aussi longue que celle d'une machine neuve, si ce n'est plus, en raison des lits de machine en fonte assez grands dont les machines d'origine sont équipées dans la plupart des cas. Aujourd'hui, lorsqu'une machine de taillage quitte l'usine Lanzi après un retrofit, il s'agit en principe d'une nouvelle machine de marque Lanzi, certifiée CE et équipée des fonctionnalités Industrie 4.0. Cela signifie que toute personne qui décide d'acheter une telle machine peut bénéficier de toutes les aides fiscales qu'elle obtiendrait si elle avait acheté une machine neuve.

La modernisation d'une machine à tailler les engrenages datant des années 1960 et 1970 permet de réaliser de nombreux gains de performance. Tout d'abord, on constate que la nouvelle machine CNC retrofit effectuée les mêmes opérations d'usinage que la machine mécanique conventionnelle, mais très clairement, avec un rendement exponentiellement plus élevé. Cela est dû à une réduction des temps de préparation et de production, ainsi qu'à une qualité nettement supérieure de l'engrenage fini. « Par

Pour ce projet, NUM a fourni le système CNC complet NUM Flexium+ 8, avec les fonctions de Safety intégrées, les variateurs MDLUX et les moteurs BPX



La coopération entre NUM et Lanzi existe depuis longtemps et s'est renforcée au fil du temps grâce à divers projets. Le projet le plus récent est la modernisation d'une ancienne machine à tailler les engrenages coniques pour la coupe de dents droites

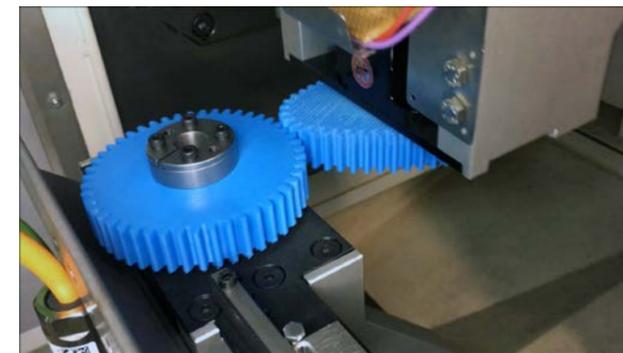
rapport à une machine conventionnelle », ajoute Marco Battistotti, directeur du NTC Italie de NUM, « la machine pourvue d'une commande numérique est également beaucoup plus flexible en termes de programmation. En effet, en tirant parti des caractéristiques de notre système, Lanzi a pu développer une interface IHM dédiée qui permet au technicien spécialisé de réaliser plus facilement le programme d'usinage. »

La modernisation d'une machine de taillage commence toujours par une phase d'évaluation initiale visant à déterminer s'il est judicieux de procéder à la modernisation d'un point de vue technique et économique. « Après une première analyse, la machine est entièrement démontée et repeinte », explique Federico Lanzi, « afin que nous puissions passer à la phase suivante, qui est l'une des plus importantes. Elle consiste à adapter les moteurs de dernière génération (NUM dans notre cas) à l'ancienne mécanique. » La machine est ensuite connectée à la nouvelle armoire électrique, qui abrite le système de commande numérique qui contrôle les trois axes de la machine.



Le projet s'est concentré sur la conception des deux têtes de fraise (entraînées à l'origine par un seul moteur) en y insérant deux moteurs afin d'obtenir une vitesse plus élevée

La collaboration de longue date entre NUM et Lanzi s'est approfondie au fil des ans grâce à divers projets. Le projet le plus récent était la modernisation d'une ancienne machine à tailler les engrenages coniques pour les pièces à denture droite. Pour ce faire, NUM a fourni le système CNC complet NUM Flexium+ 8 avec toutes les fonctions de Safety, les variateurs MDLUX et les moteurs BPX.



La boîte de vitesses électronique (EGB) développée par NUM est un dispositif très flexible et puissant qui permet d'usiner à des vitesses élevées tout en augmentant la productivité et en améliorant la précision

« À l'origine », explique Federico Lanzi, « cette machine se composait de deux têtes de fraise dont les arêtes de coupe étaient synchronisées de manière à ce que les deux côtés des dents de la

pièce puissent être usinés simultanément. L'objectif de notre projet était de concevoir les deux têtes avec des entraînements directs à l'intérieur, afin de pouvoir atteindre une vitesse de coupe plus élevée et d'éliminer le jeu mécanique qui est généralement la principale cause d'erreurs d'usinage. Grâce à cette mise en œuvre, nous étions très optimistes quant à la possibilité de travailler à l'avenir avec des fraises en carbure, une modification déjà utilisée dans les machines à tailler les engrenages coniques à denture hélicoïdale. La particularité du carbure de tungstène est qu'il permet d'augmenter considérablement la vitesse de coupe et donc l'avance d'usinage, ce qui raccourcit les temps de production. L'une des difficultés rencontrées dans la mise en œuvre de ce projet a été de maintenir la synchronisation des deux têtes de coupe. À l'origine, elles se déplaçaient de manière synchrone parce qu'elles étaient reliées mécaniquement et entraînées par un seul moteur. Cependant, une fois qu'elles ont été contrôlées électroniquement, elles sont devenues deux têtes complètement séparées, et l'assistance de NUM a été essentielle pour maintenir leur synchronisation. « À cette fin, NUM a développé une fonction spéciale : la boîte de vitesses électronique. Elle garantit que les deux têtes restent parfaitement synchronisées à tout moment, de sorte qu'elles n'entrent pas en collision ou ne se désalignent pas l'une par rapport à l'autre, ce qui pourrait entraîner un dysfonctionnement. »

Une grande partie de l'énergie de Lanzi pour ce projet a également été consacrée à l'amélioration des performances de la machine, par exemple en remplaçant le rapport de la vis à couronne sur la broche de la pièce par une vis à billes à entraînement direct et à recirculation pour le déplacement de la glissière, et en ajoutant des options supplémentaires que la machine traditionnelle ne possédait pas, telles que l'interface avec un robot de chargement/déchargement des pièces, le serrage programmable des pièces et le contrôle de l'effort de coupe.

C'est peut-être l'un des plus grands défis auxquels nous sommes confrontés.

À tout cela s'ajoute la question de la durabilité. « Aujourd'hui, nous essayons de faire prendre conscience aux gens de l'importance de la modernisation, y compris du point de vue de la durabilité », conclut Federico Lanzi. « Moderniser une vieille machine au lieu de la mettre au rebut est sans aucun doute un choix beaucoup plus durable que l'achat d'une nouvelle machine. »



L'objectif de Lanzi avec le retrofit de cette machine à tailler les engrenages est précisément de réaliser l'usinage avec des fraises en carbure

## La mise à niveau avec les bons partenaires est payante

**HDC**  
HUTTELMAIER  
Dienstleistungs-Center



Un parc de machines bien équipé, régulièrement mis à jour avec les technologies les plus récentes, est l'épine dorsale de toute entreprise manufacturière. Ce « rajeunissement » s'opère généralement par l'acquisition de nouvelles machines, mais souvent aussi par des machines qui ont fait l'objet d'une remise à niveau complète. Ces machines entament ainsi une seconde vie, comme la rectifieuse cylindrique Ceres 330 de Karl Bruckner GmbH, qui a été modernisée par le spécialiste HDC Huttelmaier. Également à bord : NUM, fabricant de CNC et de logiciels.

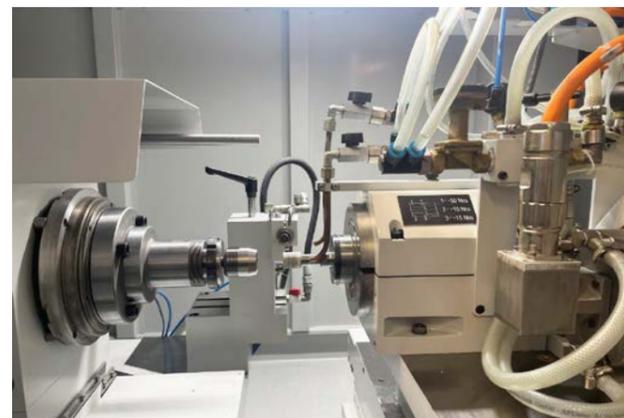
Avec son innovation du centre rotatif, Karl Friedrich Bruckner a engendré des changements importants il y a plus de 100 ans. Aujourd'hui, la troisième génération de Karl Bruckner GmbH à Weinstadt, en Souabe, produit des machines de haute précision pour le tournage et la rectification, ainsi que de mandrins à facettes, d'entraînements à facettes et de fourreaux. Les produits sont fournis en tant qu'équipement d'origine à des fabricants de machines allemands renommés et à des clients du monde entier.

Dans le nouveau bâtiment récemment achevé, 64 employés s'occupent de tous les besoins des clients sur une surface d'environ 6500 m<sup>2</sup>, dont 35 spécialistes bien formés dans le domaine de la production. Les exigences sont élevées, car la précision requise pour les dispositifs de serrage doit être atteinte de manière constante. La production s'effectue sur tous les types d'usinage, à l'aide de machines capables d'atteindre cette haute précision avec une grande stabilité des processus. Jusqu'à présent, la rectifieuse cylindrique universelle intérieure et extérieure Ceres 330 de Schaudt Mikrosa BWF, achetée en 2004 et conçue pour des pièces d'un diamètre allant jusqu'à 300 mm, faisait partie de ces machines.

Le chargé de production Marc Sigle, responsable du bon déroulement de la production, est non seulement responsable des performances d'usinage des machines, mais il partage également la responsabilité de leur approvisionnement et de leur remplacement. Lorsqu'il est devenu difficile d'atteindre la précision requise avec la Ceres 330, Marc Sigle a exploré différentes options : « En termes de précision dimensionnelle et de stabilité du processus, la Ceres a été exemplaire au fil des ans. La machine a une conception relativement simple, mais elle était parfaitement adaptée à notre produit et a fonctionné comme une machine de production pure pendant toutes

ces années, sans aucun problème », se souvient Marc Sigle, qui a lui-même travaillé sur la Ceres pendant plusieurs années et qui la connaît parfaitement. En fin de compte, cela s'est avéré avantageux à tous points de vue.

Au moment de l'achat, la Ceres 330 était l'une des dernières machines de sa série. L'ensemble du programme de machines du fabricant a alors été complètement arrêté. Comme il n'y avait plus de pièces de rechange ni de service après-vente, le responsable de production compétent qu'était Marc Sigle a pu se charger lui-même de nombreuses tâches au cours des dernières années. Selon Marc Sigle, le coût a joué un rôle important dans la décision de ne pas acheter une nouvelle machine, mais de moderniser la Ceres 330.



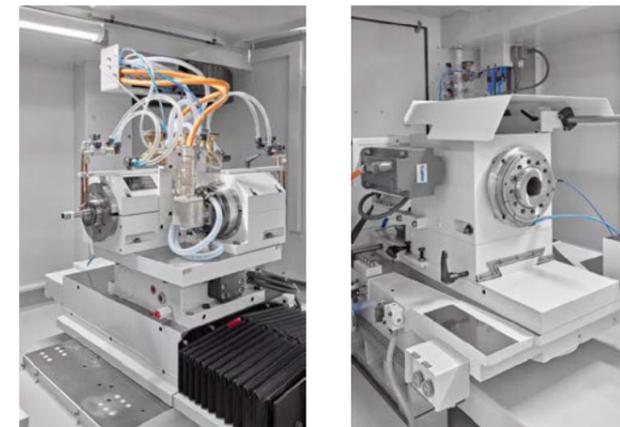
Le Ceres 330 est chargé manuellement. Elle est facile à rééquiper et à programmer, ce qui la rend idéale pour les petits lots

Par rapport à une machine neuve, une modernisation est environ 50 % moins chère. Toutefois, si l'on tient compte de tous les coûts, les économies sont encore plus importantes. La possibilité de continuer à utiliser les outils et les broches de rectification existants ne doit pas être sous-estimée. « Nous avons en stock un grand nombre d'outils appropriés et quatre broches de rectification de haute qualité d'une valeur de plusieurs 10 000 euros, que nous n'aurions pas pu continuer à utiliser si nous avions acheté une nouvelle machine. C'était un argument de poids en faveur d'un rétrofit », déclare Sigle.

Jörg Huttelmaier, propriétaire et directeur général de HDC Huttelmaier, spécialiste du rétrofit et constructeur de machines spéciales, que Marc Sigle avait connu lors d'un rétrofit partiel réussi, a présenté des arguments supplémentaires. Dans sa propre usine de construction de machines à Schorndorf-Weiler – à seulement 12 km de Bruckner – HDC Huttelmaier modernise actuellement des rectifieuses d'occasion pour les mettre à la pointe de la technologie, et ce, depuis la troisième génération de la famille. La vaste équipe de spécialistes Huttelmaier pour la maintenance, la modernisation et la révision des machines-outils et des équipements, et si nécessaire la sous-traitance qualifiée, garantissent une révision mécanique, géométrique et électrique complète et professionnelle pour chaque projet.

### Défî de la rénovation

Jörg Huttelmaier répond également à la question générale de savoir s'il vaut la peine de moderniser de vieilles machines. « L'un des arguments en faveur d'une modernisation, outre les coûts réduits, est que l'opérateur connaît bien la machine et n'a donc pas besoin de temps de formation. L'encombrement reste le même et, en règle générale, les fondations peuvent continuer à être utilisées », explique Jörg Huttelmaier, qui ajoute : « La durabilité et le recyclage sont des sujets importants aujourd'hui. D'un point de vue environnemental, une modernisation est toujours une bonne chose, car l'empreinte CO<sub>2</sub> est beaucoup plus faible qu'avec une machine neuve. »



Rénovation dans le respect des proportions : tous les éléments importants ont été remplacés là où c'était nécessaire.

Jörg Huttelmaier poursuit : « La modernisation ne consiste pas simplement à remplacer toutes les vieilles pièces par de nouvelles. Il s'agit plutôt de prendre une décision proportionnée et expérimentée quant au processus à utiliser et à l'endroit où il convient de le faire. Nos procédures de modernisation commencent toujours par une étude détaillée de la machine et une documentation de tous les dommages. Pour ce faire, la machine est entièrement démontée. Les différentes mesures et étapes de la révision générale et les exigences du client sont ensuite consignées dans un cahier des charges, qui est ensuite convenu avec le client.

Pour la Ceres 330, le principal défi n'était pas l'état de la machine, mais plutôt les exigences des programmes d'usinage, en d'autres termes, le système de commande. Dans un premier temps, il a été envisagé de remplacer l'ancien système de commande par un nouveau du même fabricant. Mais les adaptations de programme, indispensables pour Bruckner, auraient exigé un énorme travail de programmation, car il fallait, entre autres, des caractéristiques spéciales pour la rectification intérieure et le dressage. Or, cela n'aurait été possible qu'à un coût tout aussi énorme avec les progiciels automatisés fournis par ce fabricant.

Les spécialistes de HDC ont pu se faire une idée des besoins sur place avant le début du projet. « Chez HDC, nous avons nos propres programmeurs qui écrivent des programmes pour une grande variété de systèmes de contrôle. Mais dans ce cas, l'effort et les coûts

associés dépassaient largement le niveau normal », explique Jörg Huttelmaier. « Notre évaluation a montré que nous avions besoin d'une CNC et d'un partenaire logiciel dont le système était suffisamment flexible et ouvert pour répondre à la large gamme d'exigences d'usinage que Bruckner avait pour la Ceres 330. »

Pour résoudre ce problème, Jörg Huttelmaier a utilisé ses contacts avec Marc Riedl, directeur des ventes pour le sud de l'Allemagne chez le fabricant de commandes et de logiciels NUM. Les discussions intensives ont révélé que NUM était exactement le bon partenaire pour l'application chez Bruckner.



L'équipe responsable du renouvellement réussi de Ceres : Jörg Huttelmaier (HDC) et Marc Riedl (NUM)

### Un logiciel de contrôle qui ne laisse rien à désirer

NUM est présent dans le monde entier en tant que fabricant de solutions CNC haut de gamme et est particulièrement performant sur les marchés asiatiques, américains, français et scandinaves. En Allemagne, en Autriche et en Suisse, la société est principalement connue pour son logiciel de commande, qui est disponible dans différentes variantes pour le fraisage, le tournage, les opérations de rectification et le taillage d'engrenages.

L'entreprise suisse, dont le siège se trouve à Teufen, propose une large gamme de produits parfaitement adaptés, tels que des CNC, des amplificateurs d'entraînement et des moteurs. En outre, elle propose des formations, une assistance et des lignes de service.



La solution de programmation de l'atelier NUMgrind offre un large éventail de possibilités

Les commandes CNC NUM se caractérisent par une ouverture totale du système à l'opérateur, ce qui permet une mise en œuvre facile de son savoir-faire et une adaptation parfaite à une large gamme de machines. Pour tirer pleinement parti de cette flexibilité, NUM fournit les outils de développement nécessaires, ou le personnel NUM peut mettre en œuvre des fonctions spéciales selon les spécifications du client et les mettre en service.

Chez NUM, l'accent est toujours mis sur les besoins du client. Cela signifie que les différentes IHM sont préconfigurées, mais qu'elles peuvent être adaptées en fonction de l'application. Une équipe de spécialistes de NUM se charge de ce travail de personnalisation. « Nos systèmes CNC évolutifs et flexibles de la série Flexium+ sont excellents pour le retrofit car ils peuvent être parfaitement adaptés à n'importe quel besoin et à n'importe quelle machine », explique Marc Riedl. « Avec la prise en charge de plus de 200 axes, plus de 40 canaux, 4 000 E/S, plus de 1 Go de mémoire automate et plus de 30 Mo de mémoire programme, Flexium+ est facilement capable de contrôler les applications les plus exigeantes. Nous avons donc pu répondre facilement aux diverses exigences de Bruckner et intégrer tous les types d'usinage souhaités. »

NUM exploite trois centres technologiques indépendants avec des départements d'application où des solutions spécifiques aux clients sont développées, l'un d'entre eux étant situé à Holzmaden, en Souabe. « La particularité de nos trois centres technologiques est qu'ils échangent activement les uns avec les autres », explique Marc Riedl. « Par conséquent, les adaptations récurrentes des clients sont intégrées dans chacune des nouvelles versions qui sont lancées chaque année ; seuls les détails très spécifiques au client sont laissés de côté. De cette manière, nos systèmes ont toujours une longueur d'avance sur le marché. »

Le progiciel utilisé chez Bruckner est la solution de programmation d'atelier NUMgrind. Il offre une variété presque infinie de possibilités en matière de rectification et contient de nombreuses fonctions prêtes à l'emploi pour la rectification cylindrique et non cylindrique, ainsi que pour le dressage. Ces fonctions peuvent être facilement adaptées par l'opérateur aux besoins spécifiques de la rectification grâce à une programmation d'atelier intuitive et à une visualisation en 3D.



Marc Sigle et Tommy Gerstenbühler, opérateur de la machine, sont enthousiasmés par les possibilités offertes par le nouveau système de contrôle

**Les mesures de modernisation en détail**

Le Ceres 330 était en relativement bon état, notamment en ce qui concerne les pièces en tôle telles que le carter, de sorte qu'une remise en peinture était suffisante. Lors de la révision mécanique, les vis à billes et le dispositif de recirculation des rouleaux ont été remplacés sur les axes X1 et Z1. Les pièces usées et défectueuses ont été

remplacées dans le chariot de la broche et la poupée porte-pièce, ainsi que dans le système pneumatique, le système de lubrification huile-air et le système de refroidissement. De nouveaux systèmes de mesure absolue ont été installés.

L'équipement électrique, y compris l'armoire de commande, le câblage et le panneau de commande, a été entièrement renouvelé. En outre, de nouveaux moteurs et variateurs ainsi qu'une nouvelle commande numérique avec le logiciel approprié, ont été installés. L'ensemble des travaux a duré huit mois. Depuis juillet 2022, la Ceres 330 est à nouveau pleinement opérationnelle chez Bruckner.

Marc Sigle est très satisfait de sa nouvelle machine. « Tout d'abord, la machine est aussi fiable qu'une machine neuve en termes de fiabilité du processus, de répétabilité et de précision. Le logiciel apporte un soutien particulier à la rectification conique, dans le domaine de la rectification pendulaire de la face et de la rectification des deux côtés, ce que l'ancienne commande ne pouvait pas faire. La rectification des rayons et des contours est désormais possible sans problème. Les processus de rectification sont plus variables, la programmation est plus rapide. L'assistance sur site a été excellente, mais nous avons également beaucoup communiqué avec NUM via Team Viewer. »

La conclusion des trois partenaires ? « Un bon travail d'équipe », déclare Marc Sigle, qui fait l'éloge du projet commun. « La proximité de l'installateur HDC et la possibilité d'effectuer des tests à tout moment étaient uniques. » Marc Riedl ajoute : « Nous avons établi un bon partenariat pendant le projet et intégré les suggestions et les exigences du client au cours du processus. À l'avenir, les nouveaux développements de notre entreprise pourront facilement être intégrés chez Bruckner. De cette manière, le système de contrôle reste toujours à jour. » L'installateur Jörg Huttelmaier résume la situation : « Les défis à relever dans le cadre de ce projet étaient considérables. Mais lorsque les bons partenaires dotés du meilleur savoir-faire s'unissent, comme ce fut le cas ici, rien ne peut vraiment aller de travers. »

# NUMROTO en Inde : Précision et efficacité dans la fabrication d'outils



**Le logiciel polyvalent de conception d'outils NUMROTO est largement utilisé en Inde et dans le monde entier. Les utilisateurs finaux en tirent également des avantages.**

NUM est spécialisé dans la fourniture de systèmes de contrôle et de solutions logicielles pour l'industrie de la fabrication de machines-outils et, parmi d'autres pays, l'Inde est un marché important et en croissance rapide pour la fabrication de machines-outils et d'outils de coupe.

Avec NUMROTO, le groupe NUM propose l'un des logiciels de conception d'outils les plus polyvalents et donc la solution parfaite pour répondre aux besoins d'outillage de diverses industries. Le cœur du système NUMROTO est le système de programmation NUMROTOplus, qui peut produire une grande variété d'outils. Actuellement, NUMROTO est utilisé dans plus de 7000 machines dans le monde entier, y compris une vaste base installée en Inde.

**L'Inde, un marché important pour NUM**

L'Inde fabrique depuis longtemps des outils pour diverses industries et est donc un acteur majeur du marché mondial de l'outillage. Les principales industries consommatrices d'outils de coupe sont les motos, l'automobile, l'agriculture, l'électronique et les chemins de fer.

Le marché des outils de coupe, en forte croissance, est très important en Inde et représente environ 1,25 milliard de dollars américains. On

s'attend notamment à une croissance significative, non seulement en raison de l'augmentation des procédés conventionnels de coupe des métaux, mais aussi en raison de l'essor considérable de l'industrie électronique et ferroviaire.

**Les grands fabricants font confiance à NUMROTO**

Environ 80 % des outils fabriqués en Inde proviennent de petites et moyennes entreprises. Les 20 % restants proviennent de grandes entreprises, y compris de multinationales, dont le groupe Machining Solutions de Kennametal India (marque « WIDMA »).

WIDMA utilise les commandes NUM et les solutions NUMROTO pour ses machines d'affûtage d'outils à 5 axes. De plus, les fabricants indiens de machines à affûter les outils utilisent aussi les technologies NUM et NUMROTO, renforçant ainsi leur présence sur le marché, par conséquent, la base installée de machines NUMROTO en Inde est en constante augmentation.

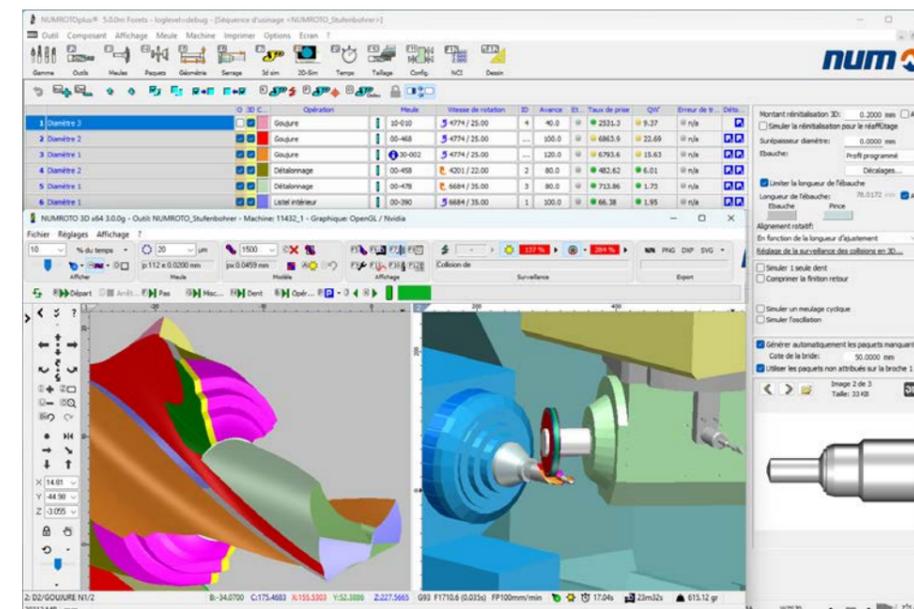
Pour le groupe NUM, cette continuité historique sur le marché indien est un élément stratégique important qui augmente encore notre présence sur le marché mondial. En conséquence, NUMROTO est devenu la solution d'affûtage d'outils en Inde la mieux acceptée par les utilisateurs finaux.

**Les utilisateurs finaux profitent d'un réseau étendu**

Pour de nombreuses entreprises industrielles en Inde, NUMROTO est un facteur clé de différenciation dans la décision d'achat d'une machine à affûter les outils. Cela n'est pas seulement dû à la polyvalence de la solution et à la coopération avec d'importants fabricants, mais aussi au réseau mondial d'utilisateurs NUMROTO, qui constitue un atout majeur pour la fourniture de solutions rapides et le partage d'informations.

Le groupe NUM propose également à ses clients des formations, des mises à jour et une assistance complète. Les utilisateurs finaux ont ainsi toujours un point de contact pour les questions relatives aux outils complexes ou aux exigences particulières de NUMROTO.

NUMROTOplus user interface



# NUM s'associe au spécialiste taiwanais des rectifieuses hydrostatiques GRINTIMATE



C'est une première, les solutions NUM ont été intégrées avec succès dans une machine de rectification de wafers du fabricant taiwanais de machines spécialisées GRINTIMATE.

GRINTIMATE est un spécialiste du marché asiatique des rectifieuses hydrostatiques. Tout comme NUM, l'entreprise fondée en 2015 est basée à Taichung. Elle s'est fait connaître principalement pour ses rectifieuses cylindriques hydrostatiques, ses rectifieuses planes rotatives et ses rectifieuses de wafers.

## Comment est née la coopération

Adrian Kiener, CSO de NUM pour l'Asie, a fait la connaissance de Grintimate en 2018 lors du CIMT (China International Tool Show à Shanghai). Depuis lors, des contacts réguliers ont été entretenus. Ils se sont rencontrés environ tous les six mois et ont échangé des informations sur les derniers développements. Et c'est ce qui a conduit à la collaboration proprement dite, car NUM avait des avantages significatifs à offrir en termes d'automatisation et de technologie de rectification. En particulier pour leur machine de rectification de wafers.

## Pourquoi NUM ?

Johnny Wu, responsable NTC de NUM à Taiwan, sait que Grintimate avait déjà essayé d'autres solutions d'intégration : « NUM n'est pas le premier contrôleur utilisé par Grintimate pour une rectifieuse de wafers. » Tsai Tricia VGM de Grintimate ajoute : « Nous utilisons également d'autres commandes de marque Taiwan PC. La rectifieuse de wafers GTR de Grintimate répond déjà aux exigences du processus d'amincissement des wafers (voir encadré) pour SiC, Si, GaN, etc. Cependant, l'intégration du SECS/GEM et du système de chargement/déchargement pour le GTR constitue un autre défi pour l'acceptation des usines de semi-conducteurs, que le système NUM contribuera à relever. »



Machine GTR-1215

## Automatisation de la rectifieuse de wafers

En fin de compte, le défi consistait à automatiser une rectifieuse GTR-1215. Johnny Wu explique quels étaient les véritables défis à relever : « Premièrement, il peut y avoir deux robots ou plus qui transfèrent les wafers à l'intérieur et à l'extérieur (c'est ce qu'on appelle le module EFEM/Equipment Front End Module) de la GTR-1215. Un protocole spécial pour la communication de la sélection des robots frontaux, la méthode logistique entre l'EFEM et la machine hôte, la communication entre le SECS/GEM et le système hôte et l'intégration du BC (Block Control) était nécessaire.

Le contrôleur doit donc être en mesure de recevoir le signal du robot et de lancer le reste du processus. Une fois que le GTR-1215 a terminé la rectification, notre contrôleur doit également envoyer un signal au robot pour lui demander de transférer le wafer. Développé par l'organisation SEMI (Semiconductor Equipment and Materials International), SECS/GEM est la norme définissant le protocole de communication entre les équipements dans le milieu des semi-conducteurs. L'intégration de ce protocole a été facile à mettre en œuvre car notre contrôleur est ouvert et flexible.

Les wafers servent dans la fabrication des circuits intégrés (puces). Lors de la production, seules les wafers d'une certaine épaisseur peuvent être utilisées. En général, avant que le circuit intégré ne soit « packagé », la matière est retirée de l'arrière du wafer. Ce processus est appelé processus d'amincissement de la face arrière du wafer.

Deuxièmement, la précision du processus de rectification nécessite un contrôle approfondi du courant de la broche. Le contrôleur NUM peut collecter directement les informations de courant des entraînements MDLUX, ensuite le logiciel IHM rassemble toutes ces informations dans une seule base de données. Nous proposons également des fonctions spéciales pour la rectification, qui comprennent non seulement la surveillance mais aussi le contrôle adaptatif de l'avance pour stabiliser le courant. La mise en œuvre de cette fonction permet d'obtenir une meilleure qualité de surface et de réduire la durée de la rectification. »



Saphirs, SiC, Si, plaquettes oxydées/bumping

## Résultats de cette coopération

Le projet met en évidence la capacité de NUM à assister Grintimate dans l'intégration d'une ligne de production complète pour la rectification des wafers. La surveillance du courant et la surveillance de la pression ont été intégrées, NUM a créé une IHM spéciale pour Grintimate afin d'assurer un fonctionnement optimal de la machine. NUM a également fourni des macros d'usinage CN Automate, la mise au point des moteurs et la mise en service de ce projet, ce qui a permis à Grintimate de bénéficier d'une solution complète. Cela signifie que Grintimate a pu se concentrer pleinement sur ses compétences principales en matière de technologie de rectification.



Machine GTR-1215 et IHM



De gauche à droite : Arger Lee (Ingénieur d'application NUM Taiwan), Johnny Wu (NUM Taiwan GM), Tricia Tsai (GRINTIMATE VGM) et Gary Guo (GRINTIMATE Assistant Project Manager)

Selon Johnny Wu, responsable NTC de NUM à Taiwan, NUM est un nom réputé dans l'industrie de la rectification. Le système ouvert et flexible de NUM facilite l'accès aux informations et permet une interpolation au niveau du nanomètre. De plus, la NTC de Taiwan a offert à Grintimate une solution complète, qui comprenait également un contrôle adaptatif de l'avance. Toutes ces caractéristiques confirment notre affirmation : « Les solutions CNC NUM offrent aux constructeurs de machines un avantage concurrentiel. »

# NUM et Yuhuan en tant que partenaires – Première solution verticale complète pour la rectification non circulaire



NUM et Yuhuan s'associent et le résultat n'est rien de moins que l'une des rectifieuses verticales de haute précision à commande CNC les plus modernes et les plus universelles au monde.

Il n'est pas toujours facile de s'engager dans un nouveau partenariat. En effet, ce type de coopération nécessite avant tout de la confiance. Confiance en ses propres compétences et en celles de l'autre. Le fabricant de machines Yuhuan connaissait NUM depuis le CMT 2019 (China International Tool Show à Shanghai). Il avait également entendu parler d'une solution totale fournie par NUM, pour la rectification non circulaire.

Yuhuan CNC Machine Tool Co. est une entreprise nationale de premier plan qui dispose de ses propres centres de recherche technologique à Shanghai et qui est un fabricant de machines-outils CNC de haute précision de renommée internationale. Fondée en 2004, elle a reçu depuis de nombreuses récompenses nationales et internationales.

**Projet : Rectifieuse verticale universelle CNC de haute précision**  
Les deux entreprises se connaissant désormais et ayant décidé de s'associer, elles ont dû relever les défis qui les attendaient. Le projet nécessitait une solution complète pour les rectifieuses verticales et tous les logiciels devaient être modifiés pour passer de l'horizontale à la verticale.

Dans ce contexte, nous avons interrogé Longwei Jiang, responsable de la NTC (NUM Technology Center) en Chine, sur les concurrents potentiels : « Oui, nous avons des concurrents de renom pour ce projet. La raison pour laquelle nous avons gagné est due à l'existence de notre solution globale NUMgrind. Yuhuan n'a pas eu besoin de développer le logiciel ce qui lui a permis de lancer le produit rapidement.



Ingénieur en chef du CNT de Shanghai : Mlle Jane Liu ; M. Li, directeur général de YHJM, M. Ye, directeur technique de YHJM, et M. Longwei Jiang, directeur général de NTC Shanghai



YHJMK2880, une rectifieuse verticale universelle CNC de haute précision

Au-delà d'un délai de livraison annoncé dépassant une année, l'assistance fournie par le concurrent bien connu de Yuhuan est moins efficace. »

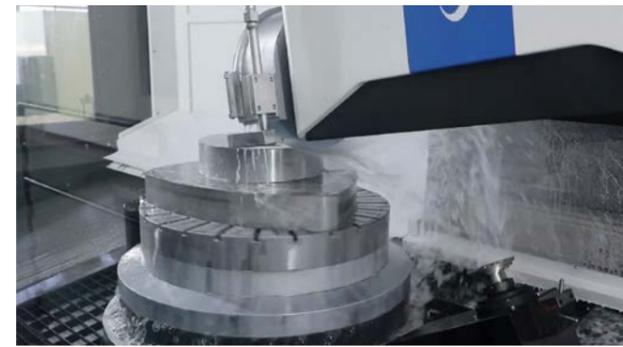
Ce que NUM a finalement pu apporter au projet, c'est un logiciel entièrement intégré et fonctionnel basé sur Flexium+. Ce système est également bien adapté à des moteurs et des variateurs plus puissants, sans compter qu'il peut piloter des moteurs tiers et en particulier des moteurs linéaires de grande taille.

De plus, NUM a apporté son support à Yuhuan grâce à ses services d'ingénierie pendant la phase de développement, dans le but de ne pas compromettre le calendrier du projet.

**Support NUM**

Comme pour tous les projets de ce type, l'assistance et la surveillance continue jouent un rôle important. Dans le cas présent, NUM fournit une assistance pour la rectification non circulaire, la rectification cylindrique intérieure et extérieure, la rectification plane, la mesure en cours de processus et le dressage des meules.

Le résultat de la collaboration entre NUM et Yuhuan est la YHJMK2880, une rectifieuse verticale universelle CNC de haute précision. Elle est conçue pour traiter des produits avec des normes élevées de précision et de qualité de surface. Les marchés cibles sont l'ingénierie des usines, l'industrie du traitement mécanique et l'industrie de l'usinage de haute précision. La rectifieuse peut usiner les contours intérieurs et extérieurs, ainsi que les alésages intérieurs, les cercles extérieurs, les faces aux extrémités, etc. des disques, des bagues et des manchons, le tout en une seule opération.



Rectification des surfaces planes



Rectification du profil du diamètre intérieur



Dressage automatique de la meule



Rectification d'une surface courbe spéciale



Rectification du profil excentrique du diamètre extérieur



Rectification conique

## Le leader du secteur d'outils en carbure monobloc utilise le standard NUMROTO



TN Værktøjslibning, deuxième plus grande entreprise danoise d'outillage de précision, utilise NUMROTO, le célèbre système de programmation pour l'affûtage d'outils de NUM sur l'ensemble de sa production. La décision d'utiliser NUMROTO comme standard a été motivée par la longue et fructueuse expérience de l'entreprise avec le logiciel et l'excellent support technique de NUM.

Fondée par Torben Nielsen en 1987 qui, par pure coïncidence est l'année du lancement de NUMROTO, TN Værktøjslibning s'est développée régulièrement pour devenir une entreprise leader dans la fabrication d'outils spéciaux en carbure monobloc, avec une réputation de premier niveau pour la qualité et la précision de ses produits. Installée sur un site industriel moderne de 2000 m<sup>2</sup> à Bjaeverskov (situé 50 km au sud-ouest de Copenhague) l'entreprise dessert le marché mondial et exporte actuellement 70 % de sa production.

L'un des principaux avantages commerciaux de TN Værktøjslibning est qu'elle gère tous les aspects de la fabrication et peut donc suivre le mouvement des outils individuels depuis la commande initiale jusqu'à la livraison. L'entreprise dispose d'un stock important de matériaux en carbure subnanograin de haute qualité, sous forme de barres avec canaux de refroidissement internes et de barres pleines d'un diamètre compris entre 2 et 70 mm. À l'aide de plusieurs affûteuses d'outils CNC modernes, TN Værktøjslibning produit une gamme complète de fraises standard grande vitesse, de forets étagés et de fraises de forme de la marque « TN », dont la conception et les dimensions peuvent être adaptées aux besoins des clients pour obtenir « l'outil idéal pour la fonction désirée ».

TN Værktøjslibning dispose également d'une technologie de pointe en interne pour le polissage et le revêtement des outils. Les outils peuvent être revêtus en option avant et après le polissage afin de prolonger leur durée de vie et d'optimiser l'évacuation des copeaux. L'entreprise propose aussi des services de réaffûtage et de revêtement des outils. Si un outil n'est pas physiquement endommagé, il peut souvent être remis en service après un réaffûtage et l'ajout éventuel d'un nouveau revêtement pour moins de 50 % du coût d'un outil neuf.



Mèche spéciale polie

Tous les aspects de la fabrication des outils chez TN Værktøjslibning sont largement automatisés. Le hall de production principal est équipé de quinze centres d'affûtages CNC 5 axes, complétés par des rectifieuses cylindriques. Toutes ces machines sont commandées par le logiciel NUMROTO et sont mises en réseau pour simplifier la gestion de la production et la maintenance des logiciels. Chaque machine dispose d'un poste de programmation dédié, ce qui permet de créer des programmes de pièces pendant la rectification. La société est également en train d'étendre son installation de programmation multi-utilisateurs, qui a actuellement une capacité de sept utilisateurs.



Fraise-mère de haute précision avec  $\varnothing 32$  à produire avec une très grande précision en une seule opération

Une facette intéressante de la structure opérationnelle de TN Værktøjslibning, qui est probablement un facteur expliquant le succès constant de l'entreprise d'année en année, est qu'elle a délibérément une hiérarchie horizontale, et il n'y a pas de département de conception. Chaque opérateur de machine CNC est responsable de la programmation, de l'affûtage des outils et de la documentation complète du processus.

Selon Torben Nielsen, qui est toujours à la tête de l'entreprise aujourd'hui en tant que PDG de TN Værktøjslibning ainsi que son propriétaire, « Nous essayons de rendre le travail aussi intéressant et satisfaisant que possible pour les gens et au fil des ans, nous avons constitué une équipe dynamique d'employés hautement qualifiés et engagés. Un autre point important est qu'en standardisant NUMROTO pour la majeure partie de nos opérations d'usinage, nous bénéficions énormément du fait que nos employés partagent un pool commun d'expertise et de connaissances sur les technologies et les processus de pointe en matière de production d'outils. Un grand nombre de nos outils plus spécialisés ne sont requis que pour de petits lots, parfois seulement 2 ou 3 et pourtant nous nous efforçons de les fournir aux clients dans le même délai de 9 jours que nos outils standard. Pour atteindre cet objectif, nos opérateurs ont besoin d'une commande de machine rapide, simple et claire ce qui exige un logiciel très flexible, précis et fiable, avec une interface utilisateur moderne. »



TN Værktøjslibning produit une gamme complète de fraises à grande vitesse, de forets étagés et de fraises de forme sur mesure

TN Værktøjslibning agrandit régulièrement son parc de machines pour répondre à l'évolution des besoins en outils de ses clients. L'entreprise a commencé à utiliser le logiciel NUMROTO en 2002, lorsqu'elle a acheté deux affûteuses CNC Deckel S20, qui ont depuis été suivies par dix autres machines Deckel S22. Le parc actuel de affûteuses CNC NUMROTO de l'entreprise comprend les douze machines Deckel, ainsi qu'une rectifieuse cylindrique UWS SF40 et deux machines Vollmer VGrind 340S.

La programmation et l'usinage d'outils spéciaux, qui constituent la majorité de la production de TN Værktøjslibning, sont généralement effectués en journée par des opérateurs qualifiés. Les outils standard de grandes tailles sont usinés pendant la nuit, à l'aide de chargeurs de pièces robotisés et de centres d'usinage sans personnel, mais avec un haut degré de retour d'information, comme la mesure en cours de processus et la compensation des faux-ronds, afin de garantir une qualité de produit élevée et constante.

Tous les outils produits par TN Værktøjslibning font l'objet d'une inspection approfondie avant d'être expédiés. Les installations d'assurance qualité de l'entreprise comprennent une salle de mesure climatisée sous pression positive, équipée d'une machine à mesurer à commande numérique 5 axes ainsi que d'autres équipements de mesure optique de précision.

Nous laissons le mot de la fin à Torben Nielsen. « Notre expérience avec NUMROTO est fantastique. Le logiciel est parfait pour l'affûtage d'outils simples ou très complexes et il est extrêmement fiable. Il est très facile à utiliser et la simulation est très précise. Sur une période d'un peu plus de 21 ans, il y a eu très peu d'outils que nous n'avons pas pu créer. En raison de nos délais de livraison très courts, nous dépendons d'un bon support et NUM nous l'a toujours fourni. »



Image au microscope de micro-outils (sucette et fraise à fileter diamètre de la bille 1 mm)



De gauche à droite : Gustav Heer, ingénieur d'application NUMROTO, Kent Nielsen et Henrik Larsen, tous deux opérateurs CNC chez TN Værktøjslibning, et Torben Nielsen, fondateur, propriétaire et PDG de TN Værktøjslibning

# 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 notre site Web.

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)