



**NUM** information

## LE JOURNAL DES SOLUTIONS NUMÉRIQUES

- 04 Nouveautés en ingénierie
- 18 **WAWO** : Passion, Professionnalisme et Esprit novateur
- 20 **Singleplast** : Fraisage de précision de pièces thermoformées
- 22 **MICHELIN / RGI France** : Partenariat pour une Conception à Coût Objectif
- 24 **SNCF / ACNS** : 70 tonnes au-dessus de la tête
- 26 **Elumatec** : Un centre d'usinage de profilés cinq axes pour conquérir de nouveaux marchés
- 30 **NOVAJET** : Un système de découpe au jet d'eau innovant mis au point avec l'aide de NUM
- 32 **Innovative CAM** : Des logiciels pour la production parmi les plus performants
- 34 Industrie 4.0 – **TechniControl** et NUM : Un lien entre le système ERP et la production
- 36 **Chien Wei** : Taïwan, une machine pour la production d'engrenages cycloïdaux ou à développante conçue avec l'aide de NUM
- 38 **Legend Laser** : NUM Flexium+ équipe un système de découpe laser de grande précision

# Éditorial

## Peter von Rüti, PDG du Groupe NUM



Cher lecteur,

C'est avec grand plaisir que je vous présente cette nouvelle édition de NUMinformation. L'année écoulée a vu la concrétisation et le lancement de nombreux projets innovants et passionnants. Dans ce numéro de NUMinformation, nous vous en présentons quelques-uns.

En septembre, nous participerons de nouveau à la biennale de l'EMO à Hanovre (Allemagne). Vous êtes cordialement invité à nous rendre visite dans le Hall 9, Stand E40. Nous présenterons entre autres un nouveau type d'**accéléromètre** sur une maquette spécialement conçue avec démonstration en direct. À l'aide des signaux du codeur, il est déjà possible d'évaluer, d'analyser et de compenser les vibrations dues à la chaîne cinématique. Cependant, les vibrations de l'outil ne peuvent être ni mesurées ni compensées. Grâce à notre nouveau capteur d'accélération, ces vibrations et oscillations peuvent être mesurées directement là où elles se produisent. Les signaux correspondants sont alors traités immédiatement dans le variateur, ce qui permet une compensation très rapide. Combiné à la puissante fonction DEMX, cet accéléromètre va ouvrir le champ à une infinité de nouvelles possibilités d'optimisation du comportement de la machine, possibilités qui étaient insoupçonnées jusqu'alors. Les vibrations de la broche ou du porte-outil, par exemple, pourront être compensées et, de plus, les données d'accélération recueillies permettront d'optimiser les processus d'usinage en général.

Dans ce numéro de NUMinformation, vous trouverez également des innovations techniques particulièrement intéressantes, telles

que, par exemple, le **changement de bloc anticipé (EBC)**, qui permet des cycles d'usinage plus rapides. Nous présentons **NUMgrind**, notre solution globale innovante pour les applications de rectification de précision, qui permet aux fabricants de machines-outils et aux équipementiers d'offrir à leurs clients une facilité accrue de programmation des pièces. **NUMmonitor**, une toute nouvelle application disponible sur Flexium+, permet de surveiller différents paramètres d'usinage tels que la charge subie par le moteur. Un des avantages spécifiques de NUMmonitor est le fait que vous n'aurez

« Grâce à notre nouveau capteur d'accélération, les vibrations peuvent être mesurées exactement là où elles se produisent et traitées au plus près, directement dans le variateur, ce qui permet une compensation très rapide. »

*Peter von Rüti, PDG du Groupe NUM*

besoin d'aucun matériel supplémentaire, ce qui vous permet d'économiser largement sur les coûts ; les données sont traitées à l'aide du pupitre ou du box PC du système Flexium+. NUMmonitor peut également être utilisé pour la **maintenance prédictive** en créant une "signature" initiale de la machine qu'il sera possible de comparer à la situation actuelle à intervalles réguliers. Comme solution compacte pour les applications de sécurité locale, nous offrons maintenant le contrôleur **NUMSafe CTMP1960**. Il combine 20 entrées numériques de sécurité, 24 sorties numériques de sécurité et quatre sorties relais supplémentaires dans un seul boîtier compact compatible avec les composants actuels. **Flexium CAM** constitue un environnement de développement pour la création "d'IHM métier". Intégrées dans l'IHM Flexium+, les "IHM métier" déjà existantes ou celles créées par vous-même permettront la génération interactive, rapide et sûre de programmes d'usinage spécifiques à votre métier. **Flexium Office** permet l'utilisation des "IHM métier" de la technologie Flexium CAM indépendamment de la machine ce qui peut grandement simplifier les processus internes. Une de nos préoccupations majeures est et restera la convivialité et la facilité d'utilisation de nos systèmes, c'est pourquoi nous travaillons en permanence à l'**amélioration des IHM**. Vous les trouverez en pages 14 et 15 de ce magazine.

"**One Step Ahead**", notre devise concernant le service, englobe également un projet en phase de mise en œuvre : l'ouverture d'un NTC (NUM Technology Center) supplémentaire sur le marché en forte croissance de l'**Inde**. De plus amples informations seront publiées sur notre site Internet en temps utile.

J'espère que vous prendrez plaisir à découvrir ces informations sur NUM et je serai ravi de vous accueillir personnellement à l'EMO.

Peter von Rüti  
PDG du Groupe NUM

## Mentions légales

### Editeur

NUM AG  
Battenhusstrasse 16  
CH-9053 Teufen

Phone +41 71 335 04 11  
Fax +41 71 333 35 87  
sales.ch@num.com  
www.num.com

### Rédaction & Réalisation

Dimitry Schneider  
Jacqueline Böni

### © Copyright by NUM AG

Réutilisation possible après autorisation.

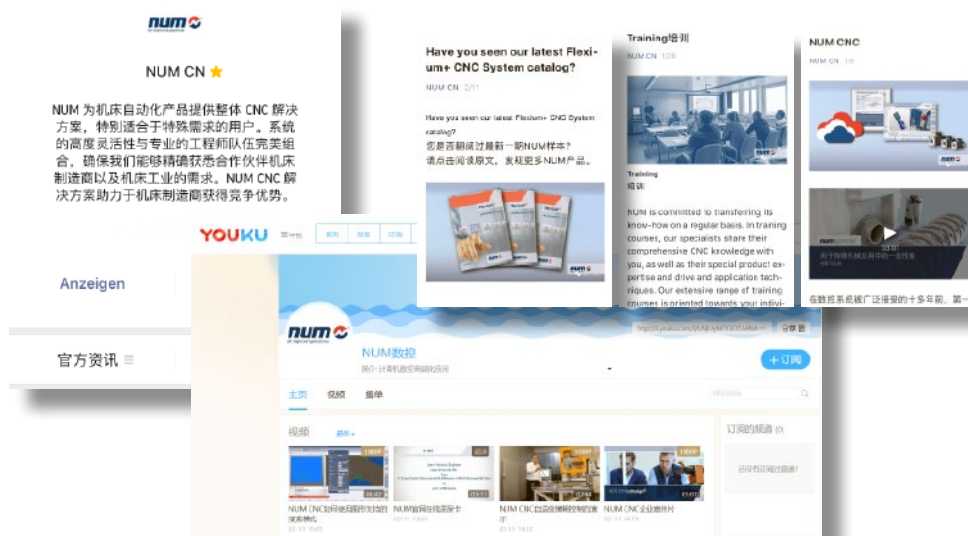
NUMinformation est publié une fois par an, en français, allemand, anglais, italien et chinois.

## NUM sur WeChat et Youku

WeChat est de loin le premier réseau social en Chine. Ce site dénombre, chaque jour, plus d'un milliard d'utilisateurs actifs, dont au moins 100 millions viennent de l'étranger (source statista.com). Ce qui était à l'origine un service de discussion en ligne a été étendu pour inclure de nombreuses fonctionnalités telles que le système de paiement mobile WeChat Pay (comparable à Google/Apple Pay).

En Chine, il existe beaucoup plus de profils WeChat qu'il n'y a de sites Web enregistrés. Pour les entreprises, WeChat joue, en tant que canal de communication, un rôle central. C'était une raison suffisante pour que NUM y crée un profil d'entreprise officiel. Comme sur les autres canaux, Facebook, LinkedIn, Xing et Twitter, nous y publions des communiqués de presse, des informations sur les nouveautés, des reportages sur les salons internationaux auxquels NUM participe et bien plus encore.

Youku est, quant à lui, le pendant chinois du portail vidéo YouTube. Ici aussi, NUM a récemment créé sa propre chaîne vidéo, sur laquelle sont présentées, comme sur YouTube, des vidéos de nos produits, des informations sur la vie de l'entreprise et d'autres informations en streaming.



En scannant le QR code dans l'application WeChat, vous obtenez un accès direct à notre page NUM WeChat.



## Evénements

## Calendrier des événements 2019/2020

### EMO 2019

16 au 21 septembre à Hanovre, Allemagne  
Hall 9, E40



### FMB 2019

6 au 8 novembre à Bad Salzufen, Allemagne



### Fabtech 2019

11 au 14 novembre à Chicago, Etats-Unis  
South Building, A5150



### SPS 2019

26 au 28 novembre à Nuremberg, Allemagne  
Hall 3, 449



smart production solutions

### GrindTec 2020

18 au 21 mars à Augsburg, Allemagne  
Hall 7, 7100

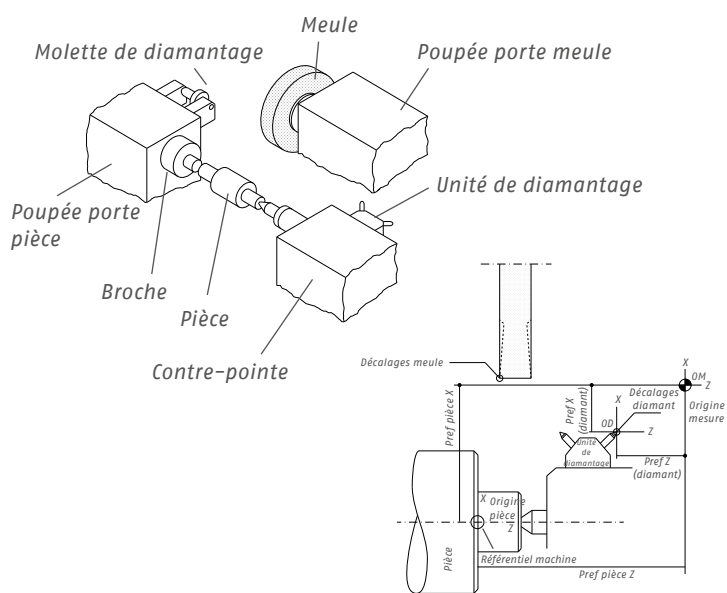


# NUMgrind GC – Solution pour rectifieuses cylindriques avec simulation

## IHM métier NUMgrind

Ce logiciel innovant va permettre aux constructeurs de machines-outils, ainsi qu'aux rétrofritteurs, de fournir à leurs clients des outils de programmation et de pilotage machine particulièrement performants et conviviaux pour les applications de rectification de précision. Il permet également la simulation du processus de rectification qui peut être effectuée soit à l'avance (hors ligne) soit simultanément à l'usinage (en ligne).

L'ensemble NUMgrind destiné à la rectification cylindrique est présenté sous forme d'une IHM métier basée sur l'outil Flexium CAM ; il est utilisable pour les applications de rectification externe (OD) et interne (ID). L'ensemble comprend des cycles de rectification OD/ID pour rectifieuses horizontales ou verticales à 2 axes (X/Z) et offre également une capacité de traitement d'axe incliné. Le poste de diamantage peut être monté sur table ou positionné à l'arrière et s'adapte à une large gamme de machines. La cinématique de base de la machine comprend l'axe X pour le déplacement radial de la poupée porte meule, Z pour le déplacement longitudinal et C pour la pièce. La cinématique étendue propose également un axe B pour l'orientation de la poupée porte meule.



Modèle cinématique de base pour NUMgrind.

L'utilisateur final n'a besoin d'aucune connaissance particulière en programmation pour définir le processus, car toutes les fonctions ou cycles internes/externes, ainsi que les cycles de diamantage fixes et à molette, sont fournis par l'IHM métier.

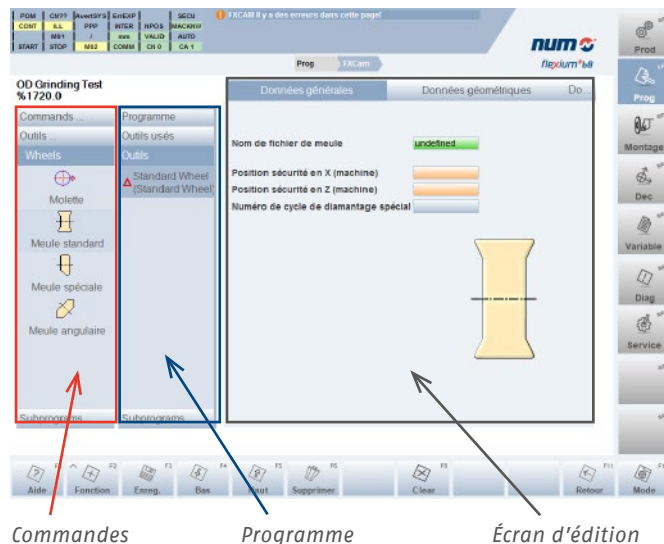
### Cycles et fonctions de rectification cylindrique :

Code	Description
G200	Cycle de plongée / multiplongée extérieur
G201	Cycle de plongée / multiplongée intérieur
G202	Cycle de plongée extérieur avec axes inclinés (cycle de plongée angulaire)
G203	Cycle de plongée intérieur avec axes inclinés (cycle de plongée angulaire)
G204	Cycle de plongée / multiplongée en oscillation extérieur
G205	Cycle de plongée / multiplongée en oscillation intérieur
G206	Cycle de déplacement cylindrique extérieur
G207	Cycle de déplacement cylindrique intérieur
G208	Cycle de rectification de profil extérieur
G209	Cycle de rectification de profil intérieur
G210	Cycle de déplacement conique extérieur
G211	Cycle de déplacement conique intérieur
G212	Cycle d'épaulement en oscillation extérieur
G213	Cycle d'épaulement en oscillation intérieur
G214	Cycle d'épaulement transverse extérieur
G215	Cycle d'épaulement transverse intérieur
G216	Cycle d'épaulement avec congés extérieur
G217	Cycle d'épaulement avec congés intérieur
G230	Calcul de la vitesse de rotation de meule
G231	Cycle de positionnement passif (correction axiale)
G232	Cycle de mesure intermédiaire
G240	Cycle de diamantage pointe fixe ou molette
G245	Cycle fixe formage de la meule
M06	Sélection meule et préparation de l'environnement
M140	Réglage diamant
M145	Réglage origine pièce
M160	Test périodique pour diamantage

Une page typique de NUMgrind est divisée en trois parties

- **Commandes**  
(colonne de gauche : cycles, fonctions et outils)
- **Programme**  
(colonne centrale : enchaînement des commandes)
- **Écran d'édition**  
(zone de droite : données graphiques liées à la commande en cours)

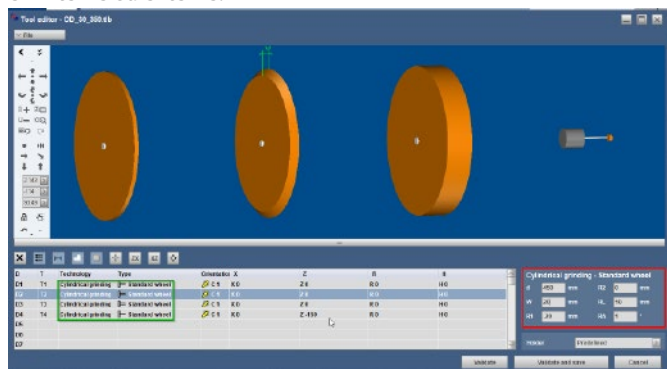
L'approche générale pour les applications de rectification interne/externe revient à la création interactive d'un programme en code ISO par l'intermédiaire de pages IHM graphiques comprenant toutes les données nécessaires.



## Simulation de la rectification

Complément utile de NUMgrind, Flexium 3D (le logiciel de simulation graphique de NUM) s'avère un autre moyen pour améliorer encore la productivité. Une fois le programme pièce généré par l'intermédiaire de NUMgrind, l'opérateur a la possibilité de le simuler à l'aide de Flexium 3D en prenant en compte la cinématique propre de la machine. Le logiciel peut être configuré pour s'adapter à de nombreuses structures de rectifieuses cylindriques. Il peut être utilisé directement sur la machine ou comme un programme autonome pour vérification en bureau d'étude. Ce logiciel donne à l'opérateur les moyens de s'assurer que les programmes générés correspondent au résultat souhaité et ceci avant que le processus de rectification ne soit exécuté sur la machine.

Pour obtenir une simulation de rectification complète, les différents types de meules (standard, angulaire et spéciale) ainsi que leurs caractéristiques peuvent être importés dans Flexium 3D à partir de fichiers de meules. Un ensemble de paramètres supplémentaires (diamètre, épaisseur, congé, etc.) permet de décrire la forme de la meule elle-même. L'image ci-dessous montre un ensemble typique de meules pour le traitement des applications de rectification d'arbres en interne ou externe.



Les nouveaux types d'outils permettent de décrire les formes de meules suivantes :

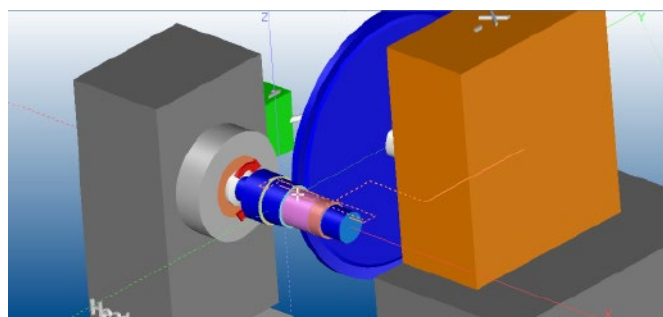
- Une meule est définie par :
    - Largeur (W)
    - Rayon (+) / Chanfrein (-) gauche (R1)
    - Rayon (+) / Chanfrein (-) droite (R2)
    - Longueur de dépouille (RL)
    - Angle de dépouille (RA)
- Les abréviations entre parenthèses renvoient au tableau ci-dessus (rouge).

Bien entendu, les changements de meule sont pris en charge par NUMgrind et dans les deux modes de simulation.

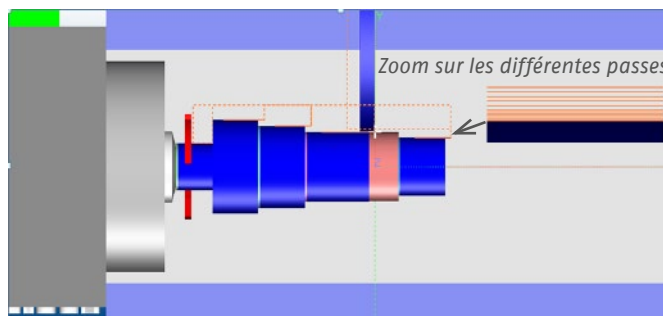
## Simulation de rectification hors ligne

La simulation de rectification hors ligne est disponible et peut être utilisée comme processus avancé pour vérifier et évaluer le programme de rectification soit de manière autonome au bureau d'étude soit directement sur la machine pendant l'usinage d'une autre pièce. Cette pré-évaluation du programme de rectification réduit fortement les temps de mise au point sur la machine.

L'image suivante montre le processus de rectification d'une pièce en vue machine. La couleur **bleue** souligne la zone de l'arbre déjà usinée.



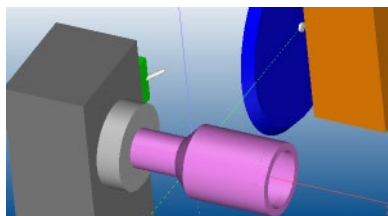
Cette vue dans le plan Z-X permet une évaluation détaillée des transitions sur l'arbre et le suivi des parcours de rectification. Des fonctions logicielles sont disponibles pour la mesure des diamètres et des longueurs.



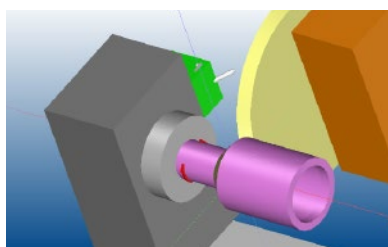
# NUMgrind GC – Solution pour rectifieuses cylindriques avec simulation, 3D-WPC



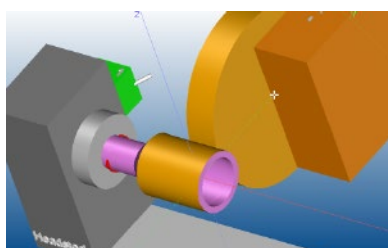
Les images suivantes montrent la rectification des diamètres intérieurs et extérieurs d'une forme plus complexe, avec l'utilisation de trois meules différentes et les cycles correspondants du programme pièce.



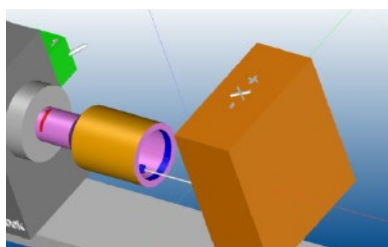
*Brut composé d'un arbre et d'un tube.*



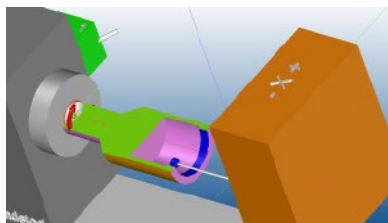
*Cycle de balayage externe conique (G210) sur la partie inclinée de l'arbre (vue machine).*



*Changement de meule et cycle de balayage cylindrique externe (G206) sur la surface du tube.*



*Changement de meule et cycle de balayage cylindrique interne (G207) à l'intérieur du tube.*

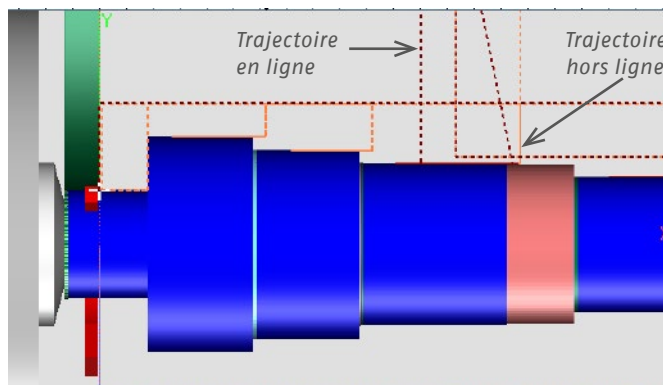


*Visualisation du cycle G207 dans une vue en coupe.*

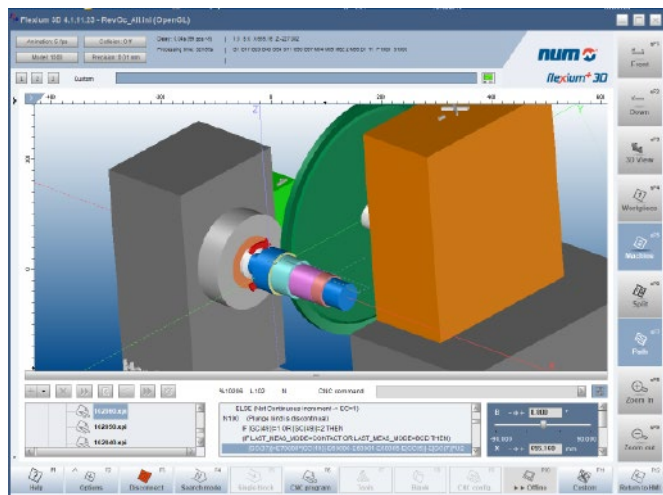
*Cette vue en coupe permet de voir l'enlèvement de matière en cours d'usinage.*

## Simulation de rectification en ligne

Il est également possible de représenter directement et en temps réel les positions des axes dans la fenêtre de simulation pendant le processus de rectification. Une superposition des différentes étapes de rectification précédentes est également possible, puisque chaque trajectoire est affichée dans une couleur particulière.



Vue complète de la simulation en ligne avec affichage des séquences, enlèvement de matière et détection de collision.



L'ensemble NUMgrind GC permet aux constructeurs de rectifieuses d'économiser une énorme quantité de temps de développement ainsi que de réduire considérablement la courbe d'apprentissage pour les opérateurs. Grâce à la pré-analyse de la simulation de rectification l'opérateur peut s'assurer que programme généré correspond au résultat attendu. Cet ensemble constitue indéniablement un grand pas en avant.

## 3D-WPC : Correction de positionnement pièce

Dès le milieu des années quatre-vingts, NUM offrait une fonction RTCP (Rotation Tool Center Point) pour les applications d'usinage cinq axes. Aujourd'hui, il ne reste plus grand-chose du code original de cette fonction, si ce n'est le nom, le numéro de macro et – plus important encore – notre engagement permanent à fournir aux clients les meilleures solutions pour augmenter les capacités de leurs machines.

Nous avons déjà évoqué les nombreuses améliorations en termes de performances et d'ergonomie, ainsi que les nouvelles fonctionnalités – comme le cycle de calibration G248 – qui se sont ajoutées, au fil du temps, aux fonctions d'usinage cinq axes. Aujourd'hui, nous allons nous concentrer sur de nouvelles possibilités de programmation.

Dans l'usinage cinq axes, une méthode de programmation très répandue consiste à programmer directement les coordonnées articulaires des axes rotatifs. Même si cela rend le programme pièce dépendant de la machine, la méthode présente plusieurs avantages. Il est plus facile d'appréhender le comportement machines à la vue du programme pièce, et il n'y a, par définition, pas de singularité (multiples attitudes pour une seule orientation d'outil) possible. C'est l'option choisie par NUM depuis l'origine.

Cependant, l'usinage moderne doit faire face à de nouveaux défis quotidiens, dont l'alignement des bruts. En effet, lorsqu'une pièce est installée sur une machine, il peut être très difficile de l'aligner parfaitement en raison de son poids, de sa structure, d'une opération d'usinage antérieure ou toute autre raison. Un décalage parallèle aux axes principaux n'est pas un problème et ne nécessitera qu'un simple "offset" pour être pris en compte. En revanche, toute inclinaison en devient rapidement un en générant un changement de l'incidence de l'outil. Une solution courante consiste, après avoir identifié les décalages et les angles d'inclinaison, à retravailler le programme pièce afin de prendre en compte les défauts d'alignement mais cela prend évidemment un certain temps.

Grâce à l'architecture puissante de la plate-forme Flexium<sup>+</sup> CNC, NUM est désormais en mesure d'offrir une nouvelle approche pour la correction de positionnement des pièces, afin d'augmenter encore la productivité de la machine. À partir de Flexium<sup>+</sup> version 4.1.20.00, nous introduisons des options de programmation étendues pour l'usinage cinq axes.

Ces fonctions reposent sur trois nouveaux codes G, six paramètres E et quelques variables. Les codes G sont les suivants :

- G30 : Ce code a été introduit pour des raisons de compatibilité et est le mode par défaut. Le programme d'usinage est exécuté d'après les cotes programmées des axes, indépendamment de leur état linéaire ou rotatif. Pour tenir compte du défaut de positionnement, il faut éditer le programme d'usinage.
- G32 : Dans ce cas, le programme d'usinage ne définit plus les coordonnées articulaires des axes rotatifs mais décrit directement l'orientation de l'outil. Cette programmation abstraite donne l'orientation par les coordonnées du vecteur outil le long des axes principaux. Cette orientation est ensuite corrigée par la CN en fonction des erreurs de positionnement de la pièce puis finalement le logiciel recalcule les coordonnées des axes basées sur ces valeurs corrigées. Pour effectuer ces calculs, il est évidemment nécessaire de connaître la structure cinématique de la machine.

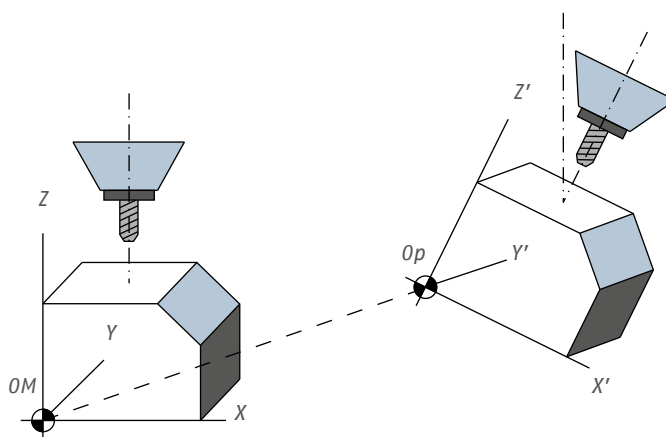
- G34 : Dans ce cas, le programme d'usinage contient toujours les dimensions articulaires des axes rotatifs. Grâce à la connaissance de la structure cinématique, le logiciel CN a la capacité de "reconstruire" le vecteur d'orientation d'outil, d'appliquer la compensation et finalement de piloter les axes par leurs coordonnées corrigées. Cela permet également d'ajouter un plan incliné au RTCP. Une variante (G34-) existe si le plan incliné est déjà pris en compte dans le programme d'usinage.

Six nouveaux paramètres ont été créés pour caractériser les défauts d'orientation : trois décalages (E60006, E61006 et E62006) et trois orientations, tangage, roulis et lacet (E66006, E67006 et E68006). Ces paramètres sont affichés dans le contexte de travail de l'IHM et peuvent être saisis soit sur cette page, soit par programmation – par exemple après un palpage. Il est également possible d'afficher sur cette même IHM l'orientation de l'outil dans n'importe quel référentiel (machine, pièce ou corrigé) et d'y accéder par les paramètres E.

La programmation reste très proche de son format actuel. Dans la plupart des cas, il suffit d'entrer les valeurs d'erreur et le code G définissant le cas utilisé. Pour la configuration de la machine, la macro de configuration de la tête RTCP (généralement % 10151) ne nécessitera qu'une recompilation avec Flexium Tools afin de prendre en compte ces nouvelles possibilités. Deux configurations de tête sont déjà disponibles et opérationnelles ; d'autres cinématiques seront bientôt ajoutées à cette liste.

Cela démontre une fois de plus la puissance du système Flexium<sup>+</sup> ainsi que la philosophie de NUM, qui est de vous apporter la plus large gamme de possibilités afin de vous aider à développer votre avantage concurrentiel, le tout en maintenant la compatibilité avec les développements existants.

Cette brève présentation n'est bien sûr pas exhaustive et sera détaillée davantage dans nos manuels. Mais en attendant, n'hésitez pas à contacter nos spécialistes. Ils seront heureux de vous présenter tous les avantages que vous pouvez tirer de votre partenariat avec NUM.



# EBC – Changement de bloc anticipé, SWITCH CASE, Sécurité de l'information pour les machines

## EBC – Changement de bloc anticipé

Avec la version 4.1.20.00 de Flexium<sup>+</sup>, NUM introduit plusieurs évolutions ou nouvelles fonctions dans le domaine de la programmation.

L'une de ces nouvelles fonctions s'appelle **EBC (Changement de bloc anticipé ou Early Block Change)**. Elle va permettre une plus grande rapidité dans l'exécution des cycles d'usinage, car la commande numérique (NCK) peut ainsi lancer l'exécution d'une séquence avant que la précédente ne soit terminée.

EBC autorise également un échange de signaux très rapide entre l'automate et le programme pièce, permettant dès lors à l'automate de contrôler et d'obtenir des informations sur l'exécution du programme par l'intermédiaire de mots d'échange de 32 bits en entrée et en sortie.

Le changement de bloc anticipé peut maintenant se produire dans plusieurs conditions :

1. Immédiatement – les deux blocs sont donc exécutés simultanément.
2. Après avoir parcouru une certaine distance sur trajectoire.
3. Lorsque la distance résiduelle est inférieure à une certaine valeur.
4. A l'initiative de l'automate.
5. Lorsque le bloc se termine normalement (cas standard).

De plus, le NCK informe l'automate lorsque certaines conditions d'exécution du programme sont atteintes, ce qui permet à ce dernier de lancer les opérations auxiliaires sans qu'il soit nécessaire de les programmer explicitement et donc sans arrêter aucun axe.

Toutes ces situations sont programmables par l'intermédiaire d'une seule fonction G et de quelques paramètres.

Exemple :                Z100 G777 Q1 X40 P24 I25

Cette commande demande un déplacement de l'axe Z à la position 100 mm. Lorsque 40 mm ont été parcourus, le bit 24 du mot d'échange avec l'automate est mis à zéro, et dès que le bit 25 sera mis à zéro en retour, l'exécution du bloc suivant va pouvoir être lancée. Entre-temps, l'axe Z poursuit sa course jusqu'à sa position finale.

## SWITCH CASE

Un autre exemple de nouvelle fonction est l'instruction SWITCH CASE. La programmation structurée comprend déjà l'instruction IF qui permet l'exécution conditionnelle de certaines sections de programme pièce. Cependant, lors de l'exécution d'un programme d'usinage structuré, les choix ne se résument pas toujours à une alternative ; ils peuvent très souvent impliquer plusieurs situations. La nouvelle instruction de programmation **SWITCH CASE** vous permet de structurer votre programme d'usinage en plusieurs phases de manière très simple et lisible.

SWITCH expression

CASE constante 1

..... Instructions à exécuter jusqu'au mot-clé « BREAK » suivant

**BREAK**        //optionnel

CASE constante 2

..... Instructions à exécuter jusqu'au mot-clé « BREAK » suivant

**BREAK**        //optionnel

CASE constante 3

..... Instructions à exécuter jusqu'au mot-clé « BREAK » suivant

**BREAK**        //optionnel

CASE constante i

CASE constante j                        \\ étiquettes séquentielles en cascade

..... Instructions à exécuter jusqu'au mot-clé « BREAK » suivant

**BREAK**        //optionnel

**DEFAULT**     //optionnel

..... Exécuter les instructions jusqu'à ce que « ENDS » termine la séquence SWITCH CASE

**BREAK**        //optionnel

**ENDS**



# Sécurité de l'information pour les machines

Il est indiscutable que la numérisation a apporté de nombreux avantages. Malheureusement ceux-ci se sont accompagnés de nouvelles difficultés et de risques jusqu'ici inconnus mais qui commencent toutefois à être mieux appréhendés. Parmi ces risques, le ciblage de plus en plus fréquent des infrastructures critiques et des sites de production par les "pirates" informatiques. Ces attaques ont été rendues possibles par la numérisation croissante et la mise en réseau des systèmes et des machines. Cela constitue de nouvelles "portes dérobées" de plus en plus utilisées.

Dans le cadre du projet "HoneyNet", l'organisme allemand TÜV SÜD a simulé l'existence dans une petite ville d'une centrale hydroélectrique comprenant matériels et logiciels réels et protégée par les mesures industrielles classiques. Le but de l'expérience était d'attirer des pirates informatiques pour analyser leurs moyens d'accès et d'attaque afin de développer les mesures de sécurité nécessaires pour les menaces actuelles. Très peu de temps après la mise en service, les premières intrusions ont déjà eu lieu. Au bout de huit mois, le bilan faisait état de 60 000 accès à partir de serveurs situés dans plus de 150 pays, certains ayant des adresses IP étranges. Près de 9000 attaques directes ont été enregistrées, la plupart utilisant des protocoles informatiques standards, mais aussi assez souvent des protocoles industriels tels que S7Comm ou Modbus TCP. L'une des conclusions de cette expérience a été que même de petites entreprises totalement inconnues peuvent être découvertes grâce à l'espionnage constant du réseau. Elles risquent alors de devenir la cible d'attaques, sans même avoir été sélectionnées spécifiquement.

Un autre exemple est le maliciel "Mirai". Il exploite le fait que de plus en plus d'objets du quotidien tels que les routeurs, les systèmes de vidéosurveillance, les enregistreurs vidéo numériques, les téléviseurs, etc. sont connectés à Internet (ce qu'on appelle l'Internet des Objets ou IoT - Internet of Things). Ce maliciel scanne constamment Internet à la recherche de périphériques présentant des failles de sécurité. Dès qu'une vulnérabilité est détectée, un code malveillant est installé sur le périphérique en question. En 2016, "Mirai" avait infecté environ 500 000 dispositifs IoT dans le monde entier. Plus de trois millions d'appareils sont maintenant dans ce "réseau" contrôlé par Mirai (botnet) ! On sait d'autre part que les pirates proposaient à la location un réseau comprenant 50 000 dispositifs infectés (zombies). C'est à l'aide de ces logiciels malveillants que peu avant l'élection présidentielle américaine de 2016, une tentative a été faite pour paralyser des services web très fréquentés tels que Twitter, Spotify et Amazon.

Il est donc tout à fait possible, par ces moyens, de paralyser la production d'une usine ainsi que d'utiliser des machines où qu'elles soient pour attaquer d'autres systèmes ou propager des logiciels malveillants.

La mise en réseau des machines continue de progresser. Malheureusement, la conception de réseau suivante est encore fréquemment utilisée : Voir figure 1.

Cette méthode de mise en réseau présente plusieurs inconvénients :

- Elle est universelle et identique pour tous les appareils :
  - Tous les appareils quels qu'ils soient disposent de connexions vers le réseau complet de l'entreprise (intranet) non protégées.
  - Les mises à jour automatiques via Internet peuvent perturber le fonctionnement d'une machine.
  - Certaines connexions se font par réseau sans fil (ex : WI-FI) ce qui n'est pas sécurisé.
- Tous les systèmes en réseau ne répondent pas aux normes de sécurité :
  - Différents systèmes d'exploitation dont certains sont obsolètes.
  - Pas de mises à jour de sécurité régulières.

De nombreux automatismes de machines utilisent des systèmes d'exploitation Windows ou Linux. Lorsque des systèmes en temps réel fonctionnent en parallèle sur le même matériel, les mises à jour automatiques sont généralement désactivées afin de ne pas risquer de perturber le fonctionnement. De plus, ces systèmes ne sont pas toujours équipés de programmes antivirus, car ces derniers peuvent avoir un effet négatif sur les fonctionnalités. Pour ces raisons et d'autres encore, le réseau des machines doit être spécialement sécurisé.

Une solution possible est une structure de réseau comme le montre la figure suivante : Voir figure 2.

Cette structure de réseau offre une meilleure protection de l'infrastructure industrielle avec des règles supplémentaires définies par la direction informatique de l'entreprise. Ces règles comprennent :

- La séparation des réseaux de production (usine) pour que tout ne soit pas paralysé en cas d'attaque.
- Toute mise à jour en atelier doit être appliquée manuellement et de manière ciblée. Les mises à jour automatiques peuvent survenir au mauvais moment et entraîner la défaillance d'une machine en cours de production.
- Pour les systèmes industriels, le service informatique doit établir des règles spécifiques pour les mises à jour et l'accès à l'Internet.

Dans l'infrastructure représentée, le pare-feu du réseau de production doit également être configuré de telle sorte que seuls les paquets de données "autorisés" soient transmis. Un accès des machines à Internet n'est, la plupart du temps, pas nécessaire et doit alors être interdit.

Bien sûr, Internet n'est pas, et de loin, la seule cause de problèmes sur les machines, car les attaques ne se font pas uniquement par les réseaux électroniques. Les logiciels malveillants peuvent également être importés via des clés USB, des cartes flash, etc.

Aujourd'hui, une analyse complète de la sécurité de l'information d'une entreprise est à l'ordre du jour et constitue le premier pas vers une meilleure protection contre les cyberattaques. Diverses normes (par exemple ISO/IEC 27001) et modèles de procédures (par exemple ISIS2) existent également à ce sujet.

Le cycle de vie d'un contrôleur de machine est considérablement plus long que celui d'un PC utilisé dans un environnement bureautique. Ce n'est donc qu'une question de temps avant que le système d'exploitation utilisé sur une machine de production ne soit obsolète et qu'il n'y ait plus de mises à jour de sécurité possible (dans la mesure où cela serait nécessaire).

Le remplacement d'un système de commande de machine doté d'un système d'exploitation plus récent est généralement trop coûteux ou même parfois techniquement irréalisable. Il est donc judicieux d'utiliser de tels systèmes dans une zone protégée sur le plan informatique.

NUM est à votre disposition pour vous aider à intégrer vos systèmes NUM dans votre infrastructure informatique et à trouver des solutions réseau les plus adaptées.

Figure 1

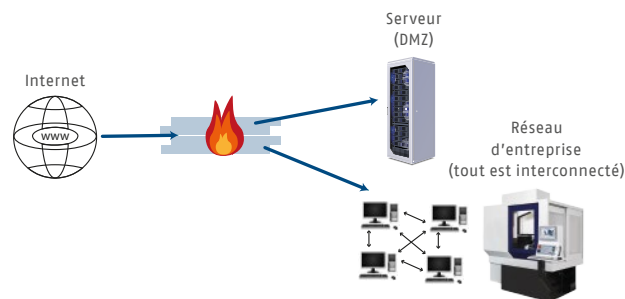
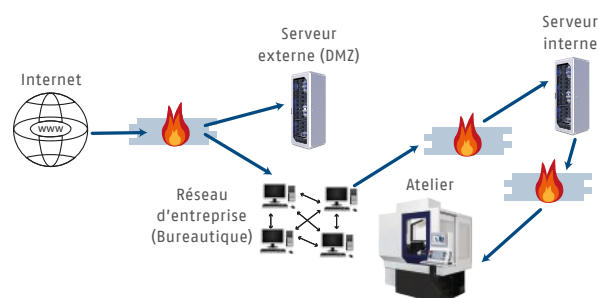


Figure 2



# NUMmonitor, CTMP 1960-2600



## NUMmonitor : une toute nouvelle fonctionnalité de Flexium+ pour réduire les temps d'arrêt

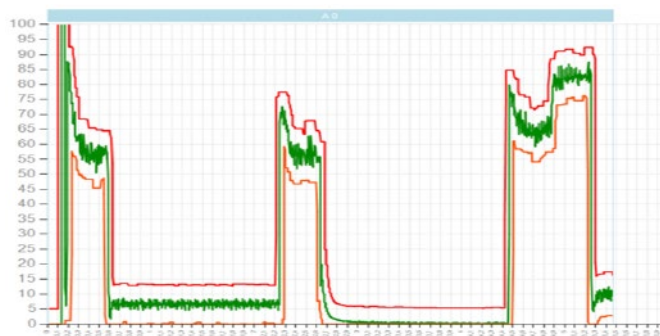
Grâce à sa base matérielle performante, ses algorithmes sophistiqués et sa flexibilité, Flexium+ gère parfaitement les machines à hautes performances tout comme des applications uniques en leur genre. Certaines de ses caractéristiques uniques, y compris la possibilité de contrôler jusqu'à 32 broches, le rendent également totalement adapté aux systèmes à haute production tels que les machines-transferts.

Dans ce domaine de machines à haute productivité, le moindre incident peut avoir des conséquences économiques dramatiques ; c'est pourquoi il est important de surveiller les paramètres d'usinage afin d'éviter les temps d'arrêt dus à un outil usé, un défaut de lubrification, une perte de performance ou tout autre facteur. De tels dispositifs de surveillance sont bien entendu disponibles sur le marché mais ils nécessitent généralement du matériel et des logiciels supplémentaires et souvent coûteux, ainsi qu'un temps de configuration important, de plus, ils ne peuvent pas toujours avoir accès à tous les paramètres internes du système de commande.

Pour pallier ces manques et contraintes, NUM a développé NUMmonitor. Parmi les premiers éléments de la spécification figurait l'absence de besoin de matériel supplémentaire. Flexium+ dispose déjà d'un PC (Pupitre ou box PC) pour gérer les données provenant entre autres des variateurs. L'automate programmable dispose de plus d'un accès direct à de très nombreux paramètres, la fonction Oscilloscope CN permet l'accès à ces valeurs au rythme de la période d'échantillonnage tandis que RTE (Ethernet temps réel) et FXServer assurent la communication entre tous ces éléments. Une autre exigence est, bien sûr, de pouvoir utiliser NUMmonitor avec n'importe quelle configuration de machine.

### NUMmonitor : comment cela fonctionne-t-il ?

La première fonction consiste à enregistrer les paramètres d'usinage dans des conditions réelles. Le plus important d'entre eux étant la charge du moteur. NUMmonitor est capable d'enregistrer simultanément la charge de huit moteurs. Afin d'éviter des variations dues à des conditions de coupe différentes, ces paramètres sont enregistrés en fonction du temps d'usinage. Plusieurs enregistrements peuvent être effectués pour calculer une valeur moyenne. Grâce à ces enregistrements, une enveloppe de charge avec des tolérances verticales et horizontales est construite puis stockée dans une base de données représentative de la pièce à usiner. Un exemple de cet enregistrement est montré ici. La courbe verte affiche la charge enregistrée tandis que les courbes rouges définissent la zone d'acceptation.



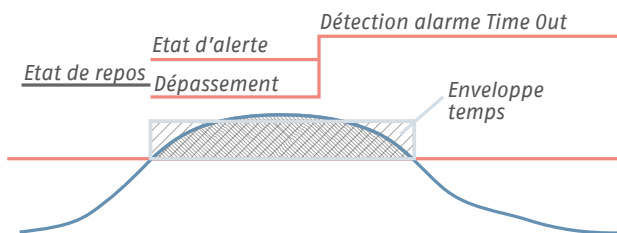
Une fois la phase d'apprentissage terminée, il est possible de démarrer la production avec le même programme pièce que celui qui a été utilisé pour créer le modèle.

Le programme pièce commence par une instruction pour identifier la pièce et permettre le chargement des données correspondantes à partir de la base de données. Les valeurs sont stockées directement dans la mémoire du PC pour un accès optimal, afin d'éviter tout retard dû, par exemple, à une lecture sur le disque dur. Une deuxième instruction de ce programme définit le moment exact où la comparaison commence. Bien entendu, il est nécessaire d'exécuter le programme dans les mêmes conditions (atténuateur) pour s'assurer que les caractéristiques de coupe restent les mêmes. Si une anomalie est détectée sur l'un des moteurs surveillés, elle est signalée à l'automate, qui décide alors de l'action à entreprendre : celle-ci va d'un simple message d'avertissement à l'activation d'un dégagement d'urgence. À la fin de la séance de mesure, le programme d'usinage envoie une demande de fin d'enregistrement.

Selon la situation, plusieurs types de messages sont émis :

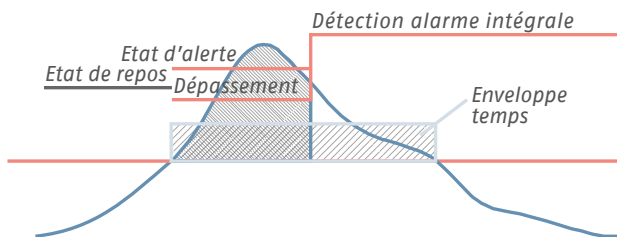
#### 1. La charge sort de l'enveloppe pendant une certaine durée (alarme timeout)

D'abord l'état d'alerte est signalé immédiatement puis si la charge reste en dehors de la tolérance après un délai prédéfini, l'état d'alarme sera activé. Si la charge revient à l'intérieur de la largeur de bande de tolérance avant le temps de surveillance, le système revient à l'état de repos. Bien entendu, il est possible de définir une fenêtre de temps minimum pour la détection des alertes afin d'éviter les fausses alarmes dues à une courte pointe de charge.



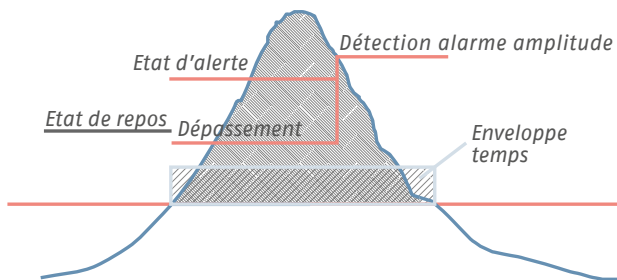
### L'intégrale du dépassement excède une valeur prédéfinie (alarme intégrale)

En plus de la détection de dépassement en durée, une "surface" de dépassement est également définie, auquel cas l'état d'alarme se produit avant le dépassement du délai mentionné précédemment si le dépassement de charge est important en amplitude.



### 2. La charge dépasse la limite d'amplitude (alarme d'amplitude)

Si la charge sort de l'enveloppe de plus d'une certaine valeur, un état d'alarme d'amplitude est activé immédiatement.



Les trois conditions ci-dessus peuvent être combinées à l'aide des opérateurs OU et ET pour obtenir la condition d'alarme, et bien sûr, la surveillance peut être limitée à des sections spécifiques du processus.

### Mise en œuvre

NUMmonitor a déjà été testé sur plusieurs machines. Les premiers résultats sont positifs. L'une des configurations d'essai était un système multi-CN pilotant une machine de transfert. Cette configuration a permis de recueillir des résultats très satisfaisants. Parmi les avantages notables par rapport aux solutions externes, la facilité de mise en service a été appréciée, ainsi que l'absence de besoin de matériel ou de câblage supplémentaires. Le paramétrage en vue du test s'est avéré convivial et facile à définir. Au cours des essais on a pu constater la qualité des signaux du variateur qui a été jugée bonne avec très peu de bruit, ce qui a permis d'obtenir une bonne sensibilité.

Généralement, ce type de machines de production est équipé de moteurs puissants pour atteindre des taux d'accélération élevés. Par conséquent, la charge pendant l'usinage, surtout avec un outil de petit diamètre, peut être très faible et nécessite donc une tolérance d'amplitude réduite ; pour des résultats optimaux, il est donc nécessaire de surveiller également les moteurs de broche, que le NUMDrive X peut facilement gérer même en V/F.

Nous vous tiendrons au courant des développements futurs de cette solution, facile à mettre en œuvre et pleinement opérationnelle. Cette nouvelle fonctionnalité NUMmonitor vous donnera, à coup sûr, un avantage concurrentiel supplémentaire.

## Contrôleur compact NUMSafe CTMP1960-2600

Le contrôleur compact NUMSafe CTMP1960-2600 est la solution NUM tout-en-un pour les applications de sécurité locales. Il intègre dans une seule unité une passerelle EtherCAT avec 20 entrées et 24 sorties de sécurité tout ou rien ainsi que quatre sorties relais monocal supplémentaires. Grâce à sa conception intégrée et compacte, le CTMP1960-2600 permet une économie significative par rapport à une solution basée sur des composants équivalents individuels. Comme pour tous les coupleurs NUM EtherCAT, le CTMP1960-2600 peut être étendu si nécessaire avec l'utilisation de modules supplémentaires NUMSafe et/ou standard.

La fonctionnalité du CTMP1960-2600 peut être intégrée dans la conception de la machine de deux façons :

- En tant que contrôleur NUMSafe intégré dans un réseau EtherCAT. Le CTMP1960-2600 peut être complété par des terminaux de sécurité NUMSafe et/ou standard sur la connexion E-bus et via le réseau EtherCAT.
- En tant que module d'E/S NUMSafe. La logique du contrôleur NUMSafe compact n'est alors pas utilisée. Le coupleur peut être adressé comme tout terminal logique NUMSafe en tant que module d'E/S avec 20 entrées, 24 sorties et 4 sorties relais monocal.

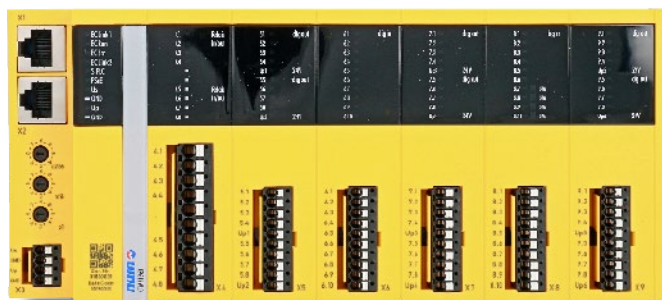
Le contrôleur compact NUMSafe est programmé via NUM Flexium Tools de la même manière que les autres composants NUMSafe. Un projet NUMSafe est créé et chargé via EtherCAT dans le CTMP1960-2600.

Le protocole de sécurité FSoE (Functional Safety over EtherCAT) permet l'intégration d'appareils NUMSafe dans le bus de terrain NUM standard. Les E/S de sécurité constituent les interfaces avec les capteurs et actionneurs de sécurité. La possibilité de transmettre des signaux importants pour la sécurité par l'intermédiaire du système de bus standard présente des avantages considérables en termes de planification, d'installation, d'exploitation, de maintenance, de diagnostic et de coûts.

Le contrôleur compact NUMSafe CTMP1960-2600 convient aux applications de sécurité jusqu'à SIL 3 selon IEC 62061 et IEC 61508 et jusqu'à cat. 4 PL e selon EN ISO 13849-1:2015. Voir la liste suivante pour les restrictions :

- La sortie relais monocal est adaptée jusqu'à la catégorie 2 PL d.
- La sortie relais bicanal (utilisation de deux contacts de relais en série) convient jusqu'à Catégorie 3 PL d ou Catégorie 4 PL e, en fonction du nombre d'actionnements.

Le contrôleur CTMP1960 offre un niveau élevé de diagnostic.



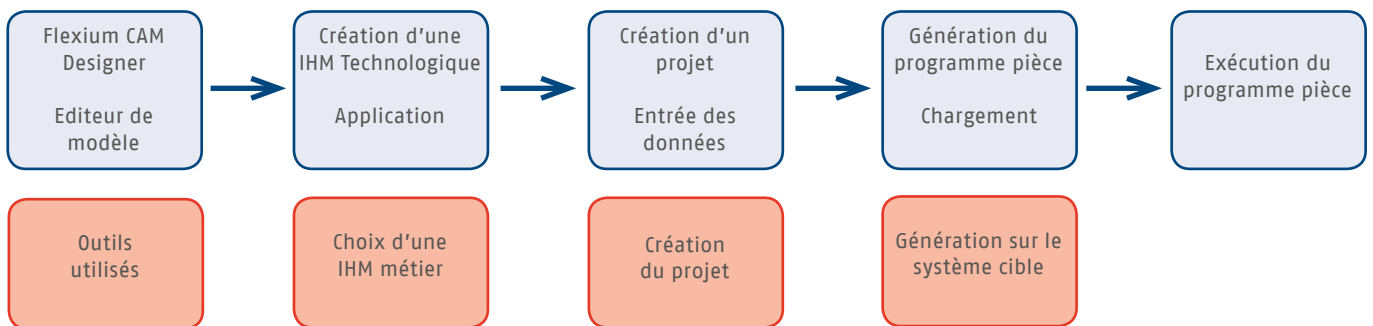
# IHM technologiques et Flexium Office

## Le concept Flexium CAM

Flexium CAM est un environnement de développement destiné à créer et exécuter des IHM technologiques (IHM métier) pour une programmation interactive intégrée. Les IHM technologiques sont un ensemble de pages d'interface utilisateur spécifiques à une application. Ces pages sont écrites en HTML et JavaScript par l'intermédiaire de Flexium CAM Designer. Les IHM technologiques sont intégrées et cryptées pour leur protection.

Flexium CAM Designer est l'outil de création de ces IHM métier qui va créer des pages dynamiques, comprenant des éditeurs graphiques et les modèles de blocs de programme pièce associés ainsi qu'un fichier de configuration qui permet de définir les relations et enchaînements. Ceci donne à l'utilisateur de Flexium CAM Designer la possibilité de bâtir des applications destinées à créer des programmes pièces complets spécifiques à une application (fichiers projets).

Ces projets "prêts à l'emploi" peuvent être chargés dans le logiciel Flexium+ HMI (environnement Flexium CAM) pour être interprétés automatiquement comme des programmes pièces ISO. Le programme d'usinage est envoyé, pour exécution, à la CN à l'aide de la fonction de téléchargement intégrée.



Les cinq types d'IHM métiers suivants ont été développés et sont disponibles en option.

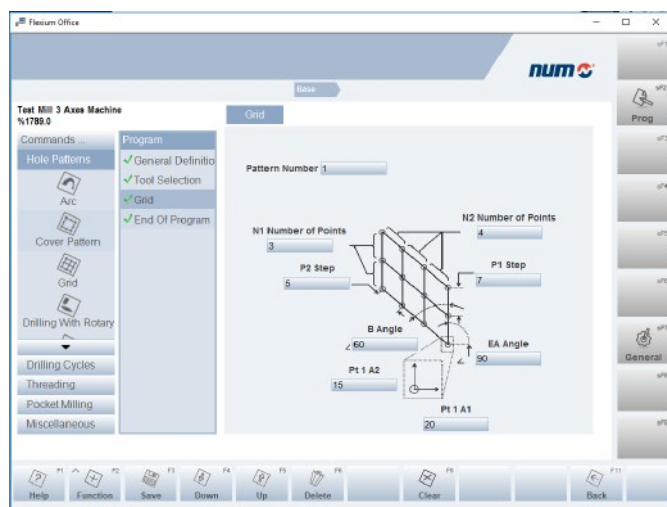
NUMgear HMI Hobbing	Pour le taillage de jusqu'à cinq pignons sur un même arbre, qu'ils soient droits, hélicoïdaux, coniques ou bombés ainsi que pour exécuter des cannelures. L'alignement automatique et les cycles radiaux et diagonaux sont inclus.
NUMgear HMI Shaping	Pour le taillage des couronnes dentées internes ou externes par outil pignon. Des cycles simples et flexibles permettent une modification interactive des paramètres de coupe.
NUMgear HMI Threaded Wheel Grinding	Pour la rectification par meule filetée. Après saisie des données de l'engrenage, de la meule et du diamantage, NUMgear TWG qui est doté d'une fonction de calcul automatique des passes de rectification peut être utilisé pour les engrenages cylindriques et hélicoïdaux externes.
NUMgrind HMI Cylindrical Grinding	Pour la rectification cylindrique interne ou externe. La cinématique de base comprend les axes X et Z pour la poupée porte pièce et l'axe C pour la pièce.
NUMmill HMI	Pour le fraisage de trois à cinq axes par une méthode simple et conviviale de création de programmes pièces pour une fraiseuse standard de 3 à 5 axes. Les axes cinématiques standards sont X, Y et Z.

Il est important de noter que l'utilisateur peut également créer ses propres IHM métier seul, en coopération avec NUM ou avec le constructeur. Ce concept est maintenant complété par l'outil hors ligne **Flexium Office**.

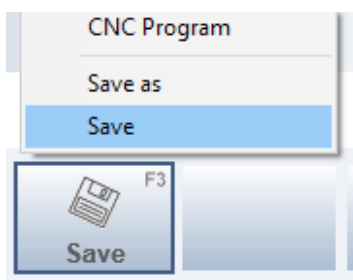
### Travailler avec Flexium Office

Flexium Office permet d'utiliser les IHM technologiques indépendamment de la machine. Les projets spécifiques à une application et les programmes pièces ISO correspondants peuvent être créés et testés avec le logiciel de simulation Flexium 3D de NUM puis transférés sur la machine cible.

L'opérateur peut sélectionner l'une des technologies IHM Flexium CAM disponibles. La définition des données de base, les outils et l'enchaînement des commandes permettent de générer le projet concret (xpj). Ces opérations peuvent être effectuées dans l'une des 14 langues disponibles.



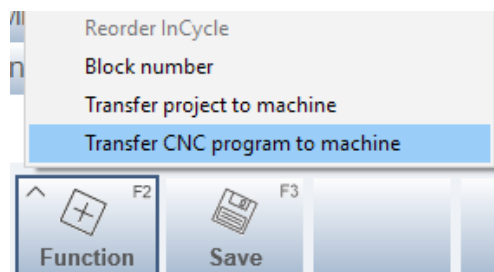
La gestion des fichiers sur le PC local comprend les fonctions Enregistrer / Enregistrer sous pour générer le programme pièce pour la CNC.



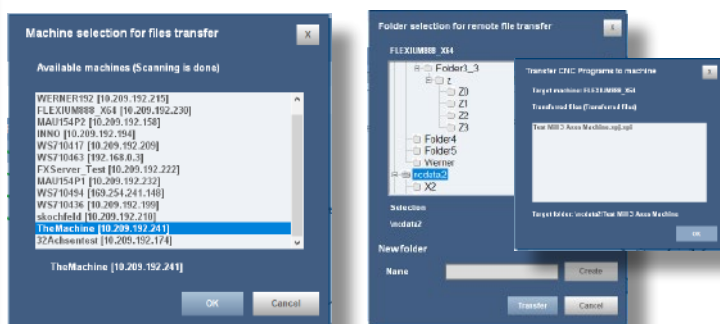
Pour l'utilisateur, un avantage significatif de Flexium Office est la possibilité de création d'organisation et de tests des programmes directement au bureau d'étude avant toute exécution. Les machines de production sont donc libérées de ces tâches ce qui permet d'augmenter significativement la rentabilité de la machine.

### Flexium office communique avec le système cible

Pour communiquer avec le système cible, généralement un PC industriel de NUM, Flexium Office offre la fonction "Transférer projet à machine". Le projet peut alors être envoyé à l'aide du réseau à une machine particulière de l'atelier qui aura été sélectionnée comme système cible. L'avantage de transférer le projet et non le programme pièce généré est qu'il sera alors possible d'apporter des modifications si cela s'avérait nécessaire.



Le logiciel présente les menus nécessaires au choix de la machine cible et du dossier de stockage.



La même technologie Flexium CAM HMI doit être installée sur la machine cible afin de pouvoir décoder et optimiser le projet avant que le programme pièce généré ne soit transféré à la CN pour effectuer l'usage.

L'IHM Flexium+ standard permet le chargement du programme pièce en mémoire CN.

Flexium Office ainsi que les IHM métier existantes vont permettre aux constructeurs de machines d'offrir à leurs clients un outil création de programme performant sans avoir à investir dans un long et coûteux développement. Cette nouvelle fonctionnalité a été reconvenue comme un grand pas en avant pour le confort et l'efficacité de la programmation.

# IHM Flexium plus : nouveautés



## IHM Flexium plus : nouveautés

La facilité d'utilisation et la convivialité du système Flexium+ de NUM est encore améliorée avec la version 4.1.20.00. Parmi les améliorations on notera :

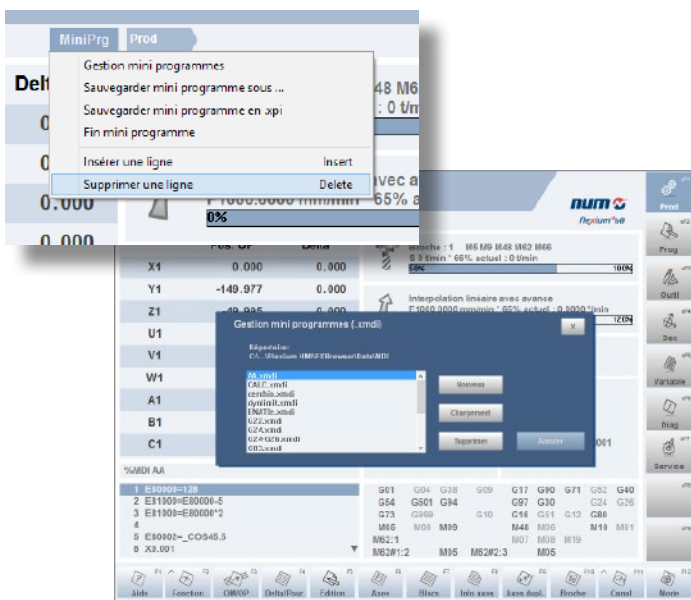
### L'IMD multiligne

Cette interface Homme Machine propose maintenant un nouveau mode de fonctionnement en IMD appelé MiniPrG qui étend le mode connu jusqu'à présent en permettant l'utilisation de plusieurs "mini programmes".

De cette façon, l'utilisateur peut sauvegarder/charger différents mini-programmes prédéfinis. Par exemple, des séquences de successions de codes G pour des actions répétitives peuvent être stockées, rappelées et retravaillées si nécessaire.

Un nouveau bouton a été ajouté à l'IHM pour gérer ces mini-programmes de sorte qu'il est maintenant toujours possible de modifier une commande de ligne ou de sélectionner une nouvelle ligne, simplement en utilisant les touches fléchées ou la souris dans un petit éditeur situé sur le côté gauche du contexte Production. L'utilisateur, s'il le souhaite, peut exécuter la seule ligne sélectionnée en appuyant tout simplement sur départ cycle, ou encore modifier une commande dont il n'a plus besoin.

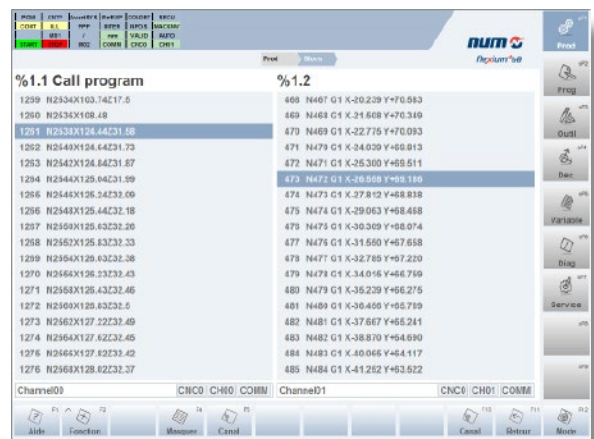
Bien entendu, le mode standard IMD est toujours disponible et l'utilisateur peut choisir sa méthode de travail préférée.



### Affichage multiples de blocs programme

L'une des grandes forces du système Flexium+ est sa capacité multi-canaux. Une machine pilotée par une CNC NUM peut exécuter simultanément plus d'un programme pièce (multicanaux) ; chaque canal est programmé par un programme pièce dédié et peut être synchronisé avec les autres canaux/programmes pièce.

La nouvelle page "Blocs" permet à l'utilisateur de suivre le flux du programme pièce de plusieurs canaux en même temps. Cette page peut afficher côte à côte deux canaux, sélectionnés par des touches de fonction horizontales simples et intuitives.



### Nouvelles langues

L'IHM Flexium+ est une interface homme-machine multilingue conçue pour offrir une expérience utilisateur confortable. Dans la dernière version 4.1.20.00 du logiciel, NUM a ajouté le danois comme option linguistique.

Les utilisateurs peuvent choisir parmi quinze langues différentes :

1. FRANÇAIS
2. ANGLAIS
3. ALLEMAND
4. ITALIEN
5. CHINOIS
6. PORTUGAIS
7. ESPAGNOL
8. TCHEQUE
9. POLONAIS
10. RUSSE
11. TURC
12. HONGROIS
13. ROUMAIN
14. MANDARIN CHINOIS
15. DANOIS

### Réglages généraux



### Oscilloscope

Pour améliorer les capacités de diagnostic, dans la dernière version 4.1.20.00 Flexium+, trois types d'oscilloscopes différents ont été intégrés dans le contexte du diagnostic :

- **Oscilloscope temporel NCK en ligne/hors ligne**

Jusqu'à neuf courbes peuvent être enregistrées simultanément pour les valeurs de paramètres E choisis parmi les 289 possibles. Les paramètres E sont utilisés par le programme d'usinage pour accéder aux informations contenues dans la mémoire de l'automate ou de la CNC. Il est, par exemple, possible de lire les positions des axes, le numéro de bloc actuel, le résultat des formules mathématiques ainsi que la version du logiciel NCK. L'oscilloscope peut aider les OEM à comprendre le comportement inattendu de la machine ou un problème de qualité de surface de la pièce, etc. L'avantage de cet outil de diagnostic est que les valeurs lues sont synchronisées avec l'horloge temps réel de la CN, de sorte que les événements sont enregistrés et affichés graphiquement dans une séquence temporelle, ce qui en facilite l'analyse par les techniciens.

Dans l'exemple ci-dessous, les courbes de position (vert), de vitesse (rouge) et d'erreur de poursuite (bleu) sont affichées pour l'axe Y ; avec ce type de graphique, la discontinuité de vitesse peut être analysée graphiquement.



- **Oscilloscope NCK 2D en ligne/hors ligne – analyseur de profil et vitesse (domaine XY)**

L'oscilloscope 2D est conçu pour lire et représenter graphiquement la trajectoire et l'avance de deux axes : lorsque l'utilisateur sélectionne les axes qui seront enregistrés, le système enregistre les positions nominale/théorique et les positions réelles des axes. Une analyse précise et rapide du décalage entre la position réelle et la position nominale peut être réalisée d'une manière simple et directement par les opérateurs sur la machine. Des informations supplémentaires telles que le numéro de bloc et, en haut du graphique, l'avance de la trajectoire en mm/min s'affichent. L'utilisateur peut vérifier la réponse dynamique des axes de la machine, ainsi que le jeu mécanique et plusieurs autres aspects de performance intéressants, pour faciliter la résolution rapide des problèmes.

Dans l'exemple ci-dessous, l'oscilloscope NCK 2D Map permet d'afficher l'écart entre la trajectoire théorique (en vert) et la trajectoire réelle (en bleu), le numéro du bloc du programme pièce et l'avance sur trajectoire (petit graphique au-dessus).



- **Oscilloscope temporel hors-ligne des points de test du variateur**

L'oscilloscope permet de télécharger du variateur deux courbes à la fois – l'utilisateur peut sélectionner, dans une page de réglage, les valeurs intéressantes qui seront enregistrées, le déclencheur et la durée de l'échantillonnage. Plus de 180 points de mesure internes au variateur sont disponibles pour cet oscilloscope. Par exemple : vitesse mécanique du moteur, référence de courant, couple et activation de référence, informations SAMX, etc.

La différence entre l'oscilloscope du variateur et l'oscilloscope CN est la fréquence d'échantillonnage minimale. L'oscilloscope du variateur peut atteindre une fréquence d'échantillonnage de 10 kHz.

Dans l'exemple ci-dessous, nous pouvons voir la vitesse mécanique du moteur (en vert) et le courant moteur (en bleu).



Pour tous les types d'oscilloscopes, des fonctions telles que zoom/décalage/échelle sont disponibles au moyen des touches de la souris ou des boutons horizontaux. Des curseurs peuvent être activés pour rendre les mesures encore plus simples.

D'autres fonctions puissantes qui aident les utilisateurs à vérifier la réponse dynamique des machines incluent :

- Sauvegarde et chargement des configurations et des traces
- Enregistrement des traces sous forme d'image (png) ou vectorielles (svg)
- Comparaison des traces

# Détection de collisions en ligne / hors ligne avec Flexium 3D



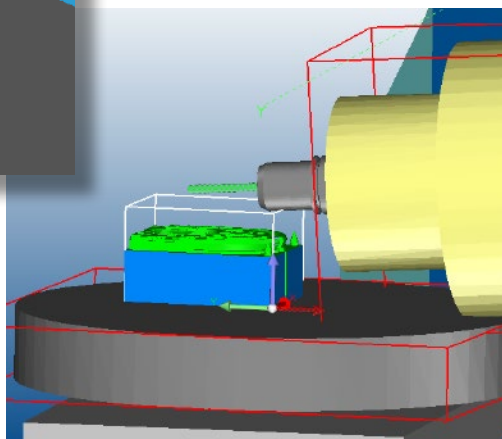
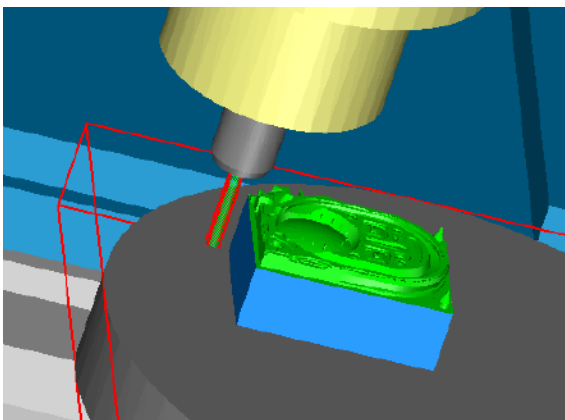
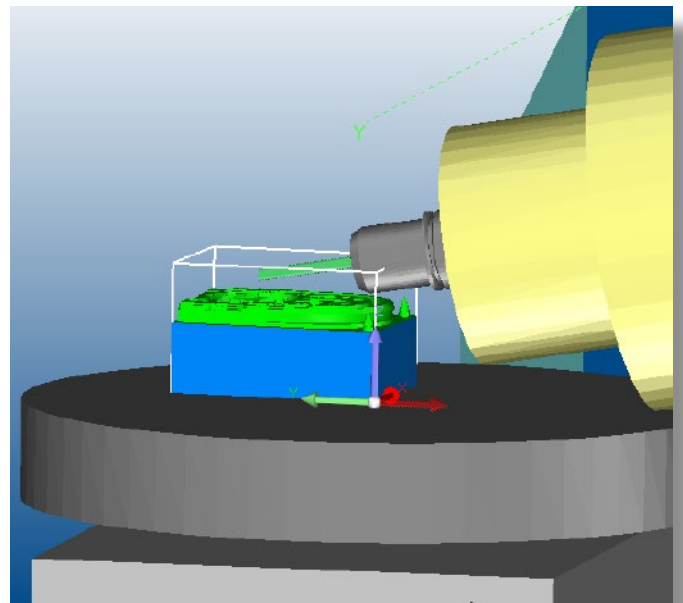
## Comportement de la détection en mode hors ligne

Dès le lancement de Flexium 3D, il y a plus de 10 ans, la détection de collision en mode hors ligne a fait partie intégrante de ce logiciel de simulation. L'analyse qui est faite avant que les programmes pièce ne soient transférés en mémoire CN utilise la même table de correcteurs d'outils, les mêmes décalages, la même description cinématique et les mêmes transformations que la machine cible. Ce n'est que dans le cas où cette analyse ne détecte aucune collision que les programmes d'usinage seront transmis.

Une des particularités de cette détection de collision et qui s'avère être un avantage différenciateur est la prise en compte des dimensions réelles des bruts et l'enlèvement de matière lors du calcul des collisions. Flexium 3D va prendre en compte bien plus que la seule trajectoire de l'outil. Les dimensions de ce dernier, son orientation, le porte-outil ainsi que tous les autres composants de la machine, sont pris en compte simultanément lors des calculs.

La visualisation des collisions avec Flexium 3D est illustrée dans les exemples ci-dessous sous la forme d'un bloc de couleur rouge.

Le volume encadré en blanc correspond au brut. Il n'y a pas de détection de collision puisque la matière a été retirée.





## Comportement de la détection en mode connecté (en ligne)

### Pourquoi la détection en ligne des collisions en mode manuel est-elle nécessaire ?

Les processus d'usinage devenant de plus en plus sophistiqués, le risque de collision entre l'outil, la pièce et les composants de la machine augmente. Les collisions entraînent des temps d'arrêt et causent des dommages coûteux à la pièce, aux broches et parfois même à l'ensemble de la machine.

Les évolutions de Flexium 3D, associées à la puissance des fonctionnalités CN, se présentent sous la forme de nouvelles fonctions destinées à surveiller et prévenir les collisions lors des déplacements en mode manuel, qu'ils soient contrôlés par les manipulateurs ou par une manivelle, de même qu'en mode recherche (reprise du programme pièce) et en phase de mise en service. Ce mode de détection en ligne rend les opérations beaucoup plus simples et plus sécurisées notamment dans le cas de l'usinage 5 axes avec des bruts complexes où les mouvements manuels peuvent être très critiques.

Le système Flexium+ est une commande CNC puissante destinée à de très nombreuses applications telles que le fraisage, le tournage, la rectification, la découpe au jet d'eau et la fabrication d'engrenages. Grâce aux nouvelles fonctionnalités de prévention des collisions en ligne la détection des collisions en temps réel dans les modes manuels critiques est permanente. En mode programmé, seuls les programmes pièces testés sans collision pourront être exécutés. Afin que ce mode soit efficace, il est bien sûr nécessaire que la description cinématique recense les composants de la machine susceptibles d'entrer en collision.

Les distances de sécurité relatives à ces différents composants sont paramétrables dans la configuration Flexium 3D.

Safe distance	
Machine parts	2 mm
Tools	0.5 mm
Blank	1 mm
Collet	2 mm

Si Flexium 3D est en mode en ligne, c'est-à-dire connecté à la CN, et que le mode "Détection de collision" est activé, Flexium 3D prend en compte les positions courantes des axes de la machine et, à l'aide des données cinématiques détaillées, va calculer la position de ces axes par rapport aux plages autorisées que les déplacements soient mono ou multiaxes (cas du RTCP et/ou plan incliné). Ces plages autorisées prennent évidemment en compte l'enlèvement de matière, les dimensions de l'outil, ainsi que les composants annexes de la machine tels que les pinces, les brides et autres dispositifs de fixation.

La CN utilise ces plages autorisées lors des déplacements manuels et gère vitesse d'avance et accélération de manière à ce que les limites ne soient jamais dépassées. Si un axe se trouve proche d'une limite et que le déplacement suivant risque de générer une collision, ce déplacement sera interdit et un avertissement à l'attention de l'opérateur affiché.

CNC	
CNCWR	All channels 88: Collision detected Axis X Channel 0 Axis travel limit reached with Jog -
PLC	

# Passion, Professionnalisme et Esprit novateur



La spécialité de WAWO, dont le siège est à Oberriet (Suisse) réside dans le développement et la fabrication d'outils spéciaux répondant aux besoins spécifiques des clients. Fondée en 1987 d'abord comme société de réaffûtage, elle s'est concentrée dès le début du millénaire sur la production d'outils spéciaux en carbure monobloc et le réaffûtage de ses propres produits. Le grand potentiel et la complexité croissante de ces outils ont rapidement été reconnus. Avec NUM et le logiciel NUMROTO, WAWO a établi un partenariat efficace pour faire des outils les plus exigeants une réalité. Le fait que les deux sociétés ne soient qu'à environ une demi-heure l'une de l'autre met l'accent sur la devise de l'entreprise : "une communication claire et directe".

La collaboration entre WAWO et NUM a débuté il y a un peu plus de dix ans. Aujourd'hui, pour produire des outils de toutes sortes, WAWO utilise exclusivement le logiciel NUMROTO sur des machines provenant de fabricants renommés. L'accent est mis tout particulièrement sur les outils spéciaux en carbure, illustrés ci-dessous, et qui sont généralement fabriqués en petites quantités et utilisés pour le perçage, le fraisage, le tournage, l'alésage ou encore le filetage et bien d'autres. Pour les clients individuels, toutefois, les commandes en grande série sont également exécutées 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7.

Pour cela WAWO est réparti en deux divisions. Les clients de la société WAWO Werkzeuge GmbH, dans laquelle sont fabriqués les outils spéciaux, se situent principalement dans la construction mécanique, l'industrie automobile ainsi que la technologie médicale et celle du vide. Les outils spéciaux d'Oberriet sont également utilisés dans l'industrie horlogère. Dans le secteur automobile européen, les outils WAWO participent à la fabrication de nombreuses pièces dans les domaines de la direction, des composants de sécurité, du groupe motopropulseur et des freins. Le champ d'application des outils WAWO s'étend également dans le domaine des outils très spécifiques utilisés pour les boîtes de vitesses des voitures de course. En médecine, les outils sont utilisés pour la fabrication de vis et de plaques, ainsi que pour les implants destinés aux interventions sur les articulations.

WAWO Produktion GmbH fournit les clients qui ont besoin d'outils spéciaux de moyenne ou grande série, par exemple pour la production de meubles haut de gamme, d'intérieurs de voitures ou d'articles de mode. Ces outils sont également fabriqués exclusivement sur des machines équipées de commandes numériques NUM et du logiciel NUMROTO.

Le taux de transformation en commandes des offres de WAWO est particulièrement élevé. L'une des principales raisons en est la façon dont NUMROTO a été entièrement intégré au système d'approvisionnement. Selon Adrian Thurnherr, directeur général de WAWO Werkzeuge GmbH, les délais de soumission et de réalisation sont de plus en plus courts. Afin de prendre en compte cette évolution, WAWO prépare déjà un programme NUMROTO complet pendant la phase de devis et parallèlement un dessin complet de l'outil avec NUMROTO Draw. Ainsi, lors d'un appel d'offres, le client reçoit son devis entièrement documenté et livré avec un calcul précis du prix. Ce qui peut ressembler initialement à du travail supplémentaire permet de gagner beaucoup de temps lors de la production. Si le client donne son accord WAWO peut commencer la production immédiatement. Adrian Thurnherr commente : « Une communication claire et préalable des deux côtés améliore l'efficacité. NUMROTO Draw nous aide à vérifier la faisabilité et à identifier les problèmes éventuels à un stade précoce de la phase de soumission de l'offre. Il n'y a donc pas de mauvaise surprise et le client obtient exactement ce dont il a besoin et dans le respect des délais. »

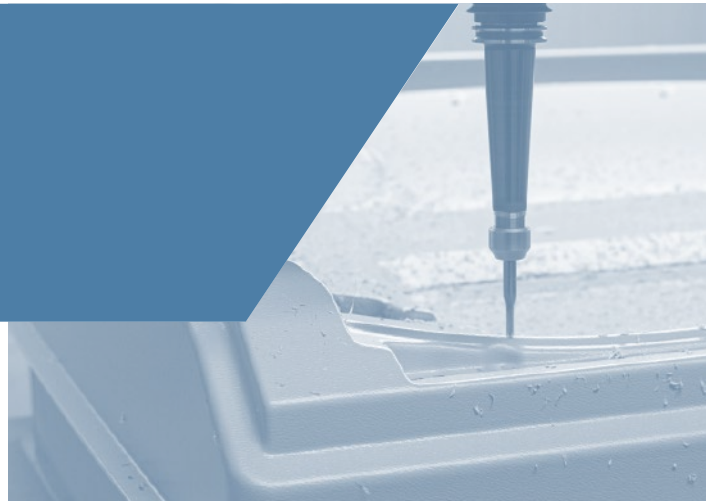
Mais WAWO offre encore plus : la petite équipe du district de Rheintal dans le canton de Saint Gall est très engagée, dispose de beaucoup de savoir-faire et n'hésite pas à s'attaquer également à des projets très ambitieux. Souvent, le client ne spécifie que le seul produit final. WAWO analyse cela en termes de géométrie, de matériaux et de technologie d'usinage. L'outil nécessaire est ensuite conçu et documenté avec précision en tenant compte des détails géométriques, tels que des brise-copeaux ou des chanfreins de protection, conçus et documentés avec précision. Le développement et la production d'outils spéciaux sont donc entièrement réalisables en tant que service au client final.



*Outils spéciaux en carbure monobloc typiques de WAWO.*



# Fraisage de précision de pièces thermoformées



Les débuts de Singleplast Wilfred Single GmbH, société basée à Herford (Rhénanie du Nord-Westphalie, Allemagne), remontent aux années 1920. Le grand-père des deux gérants actuels a fondé à l'époque une entreprise de commerce de gros pour l'industrie du meuble, qui était très fortement implantée à Herford et dans les environs. Son fils Wilfred Single rejoint la société à la fin des années 1940. En 1961, l'entreprise s'est lancée dans la transformation des matières plastiques, ce qui lui vaut aujourd'hui une renommée internationale. Le cœur de cible de Singleplast est l'emboutissage profond classique ou thermoformage pour les petites et moyennes quantités qui est toujours réalisé sur une base contractuelle. Toutefois, depuis 1994, le moulage par injection est également proposé afin de répondre à la demande de grandes quantités de pièces dans le secteur des plastiques.

Dans le processus de thermoformage, les thermoplastiques standards tels que PS, ABS, PP et PE, mais aussi les thermoplastiques techniques tels que PC, POM et PA, ici sous forme de plaques, sont mis en forme sous l'effet combiné de la chaleur et d'air comprimé ou de vide. En principe tous les thermoplastiques peuvent être utilisés, à l'exception du PVC, qui produirait et libérerait de l'acide chlorhydrique toxique lors de l'emboutissage profond.

Les produits plastiques issus de l'emboutissage profond sont ensuite usinés sur des centres d'usinage CNC et le contour final est fraisé. Les pièces qui présentent le plus souvent des arêtes vives sont ensuite ébavurées manuellement. La plupart des processus, du thermoformage au fraisage, se déroulent en principe automatiquement. Mais, « En raison des géométries parfois très complexes et de l'effort de programmation élevé qui en découle, l'ébavurage manuel est beaucoup plus économique », déclare M. Andreas Single, l'un des deux directeurs de Singleplast. « Bien entendu, nous suivons également avec beaucoup d'intérêt tous les sujets relatifs à l'automatisation et à Industrie 4.0', et nous investissons continuellement dans nos machines, tout en sachant qu'un investissement doit aussi être rentable », poursuit M. Single.

Pour l'usinage CNC, Singleplast utilise presque exclusivement des machines de la société HG GRIMME SysTech GmbH (Wiedergeltlingen, Allemagne), équipées exclusivement de commandes numé-

riques et d'asservissements NUM. La taille du parc de machines a considérablement augmenté ces dernières années. Rien qu'en 2018, quatre nouvelles machines ont été achetées ou remplacées par des modèles plus récents et plus puissants, portant à plus de 20 le nombre total de fraiseuses CNC HG GRIMME en service. Un autre centre d'usinage vient de rejoindre l'atelier au printemps 2019. Ceci garantit que, même à l'avenir, le nombre toujours



Fraiseuse à portique CNC HG Grimme PSF.



Vue des locaux de la société Singleplast à Herford.



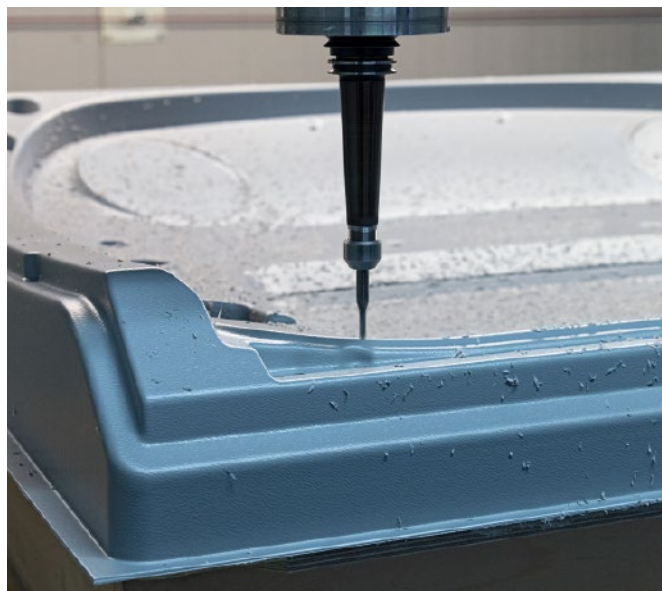
*Pupitre opérateur déporté FS122 avec pupitre de commande machine MPO4 du système NUM Flexium+.*

croissant de commandes continuera à pouvoir être exécuté et livré à temps au client. Les produits NUM sont utilisés chez Singleplast depuis le début des années 1990. En plus des systèmes de commande Flexium+ actuels avec pupitre opérateur déporté basés sur des PC industriels, équipés de Windows 10 et de processeurs quad-core, les précédentes commandes CNC de NUM sont également utilisées quotidiennement, y compris des commandes à asservissement analogique de la série 1000. M. Single ajoute : « Depuis le début, nous avons été satisfaits de ces commandes qui nous ont toujours donné une parfaite satisfaction. »

Aujourd'hui, Singleplast emploie environ 150 personnes à son siège social de Herford et fournit différents secteurs industriels : construction de cabines pour chariots de manutention, porte-pièces et systèmes de transport interne, industrie des distributeurs automatiques, industrie du chauffage et des sanitaires, ainsi que fabricants de lits médicalisés et d'équipements pour les zones de repos dans les hôpitaux. Singleplast dispose de plus de 4500 moules différents pour le formage de la vaste gamme de pièces. Les pièces finies peuvent également être stockées temporairement pour le client dans les magasins de l'entreprise avant livraison. Afin de répondre aux exigences de qualité de ses clients, Singleplast a également obtenu la certification ISO 9001n.

Singleplast accorde, en outre, une grande importance à la durabilité, au recyclage et à l'utilisation de matériaux économes en ressources. Afin de couvrir ses propres besoins en électricité et réduire ses émissions de CO<sub>2</sub>, Singleplast utilise sa propre grande installation photovoltaïque avec 1 270 modules. L'énergie excédentaire est injectée dans le réseau, ce que pratique également NUM à son siège social de Teufen et dans son usine de production en Italie.

La coopération réussie entre les fabricants de machines, en l'occurrence HG GRIMME SysTech GmbH, et NUM en tant que fournisseur spécialisé, se concrétise, là aussi, chez l'utilisateur final Singleplast : un client satisfait dont les machines sont utilisées depuis des décennies et prouvent jour après jour leurs performances.



*Vue détaillée : Usinage d'une pièce plastique thermoformée.*



*De gauche à droite : M. Andreas Single, gérant de Singleplast Wilfred Single GmbH, M. Bernhard Simon, ingénieur commercial de NUM Allemagne.*

# Partenariat pour une Conception à Coût Objectif



## RGI FRANCE

Créateur de machines-outils



**Le Bonhomme Michelin est l'une des icônes les plus reconnues au monde. Partout où l'on trouve des pneumatiques, la majorité des personnes saura associer 'Bibendum' à Michelin et à la qualité de ses produits. En revanche, le fait que Michelin fasse confiance à NUM depuis plusieurs dizaines d'années est beaucoup moins connu.**

La qualité se voit dans les détails et Michelin apporte le même soin à la qualité des gommages et des structures qu'à la finesse des nombreuses données visibles sur le flanc des pneumatiques. Cela va jusqu'à rendre une sensation de "toucher velours" sur certains pneumatiques. Les pneumatiques sont cuits à l'intérieur d'un moule. Celui-ci est constitué de plusieurs éléments adjacents pour la bande de roulement et de deux flancs semblables à une fraction de tore. C'est la gravure de ces deux pièces qui nous intéresse aujourd'hui.

Alors même que les outils ne font que quelques millimètres de diamètre, la qualité de la gravure et le matériau usiné demandent une conception rigoureuse, une grande rigidité et un pilotage performant. La machine initiale, de conception purement Michelin, était déjà pilotée par une commande NUM 1060. Au fil des ans, différentes améliorations ont eu lieu. Pour la version actuelle (CN5) Michelin a revu la conception en partenariat avec la société RGI France située à St Céré dans la "Mecanic Vallée". Cette société à capitaux 100 % français produit aussi bien des machines standards que des machines adaptées aux besoins spécifiques de ses clients. RGI France succède à RGI qui avait déjà établi une longue et fructueuse coopération avec Michelin lors de rétrofits ou de fournitures de machines servant à produire des

électrodes ou des inserts pour les pneus neige. L'étude a été réalisée dans une optique de Conception à Coût Objectif ('Design to Cost') qui a permis d'optimiser le coût tout en améliorant encore les performances.

NUM était bien sûr impliqué dans cette démarche et le système Flexium<sup>+</sup> s'est rapidement révélé la bonne solution pour piloter l'ensemble. Cette étude comprenait également un volet comparatif avec une machine catalogue et il s'est rapidement avéré que la solution choisie était la plus performante.

Les cinq axes de la machine, capables d'accélération jusqu'à 5m/s<sup>2</sup>, sont pilotés par quatre moteurs classiques et un moteur couple, tous étant contrôlés par les variateurs NUMDrive X équipés des modules de sécurité SAMX ; une électro-broche 40 000 tr/mn complète l'ensemble. Outre la sécurité qu'ils apportent, ces modules SAMX associés à l'offre NUMSafe vont permettre d'améliorer encore les performances de production puisqu'il sera par exemple possible d'effectuer des opérations avec l'enceinte de protection ouverte sans avoir à couper la puissance. L'automate est géré par un système de type Box PC et un second PC sur la machine gère les opérations de gestion d'usinage et de supervision propres à Michelin. Un écran 22" en mode portrait affiche simultanément cette IHM Michelin et l'IHM NUM agrémentée de pages propres à RGI France.

Le choix de NUM comme fournisseur de l'automatisme de cette machine s'est fait naturellement. Il faut savoir que plus d'une vingtaine de ce type de machine existe à l'identique des USA jusqu'en Thaïlande et la fiabilité des systèmes comme la qualité du support n'ont jamais fait défaut ; de plus comme l'a précisé M. BOËT, chef de projet prototypes chez Michelin, « la simplicité d'utilisation est appréciée tout comme la compatibilité des programmes pièce entre les versions successives ».

Ce n'est bien sûr pas la seule raison de ce partenariat avec NUM. RGI France tout comme Michelin apprécie la proximité et la qualité des relations qui permettent d'utiliser au mieux les fonctions propres à Flexium<sup>+</sup>. M. LACHAT, directeur de RGI France, disait à cette occasion qu'il n'a jamais rencontré de challenge que les équipements NUM ne lui aient permis de relever. Cette dernière évolution du système Flexium<sup>+</sup> a permis d'implémenter une fonction de graissage évoluée grâce à laquelle les nuisances écologiques seront réduites tout en permettant



*Effet velours sur un pneumatique.*



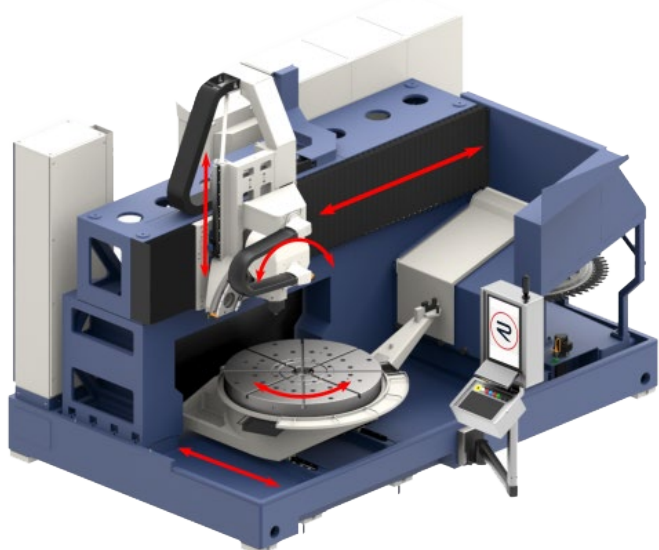
De gauche à droite : M. Ricordeau, Ingénieur d'affaires RGI France ; M. Fokow, Technicien de maintenance Michelin ; M. Boët, Chef de projet Michelin ; M. Gouraud, Ingénieur Commercial NUM France.



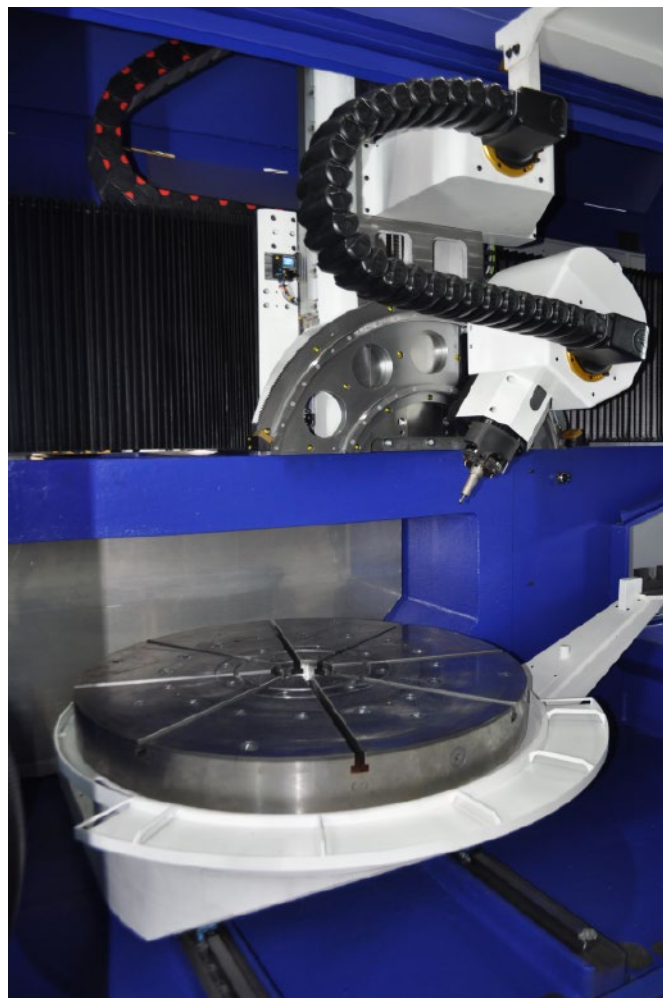
Pupitre opérateur avec double affichage.

une amélioration de la durée de vie des guidages et roulements. On note également la qualité des asservissements et un excellent support de NUM pour l'optimisation des performances et l'élimination des résonances parasites ce qui permet là aussi d'obtenir une productivité supérieure. Et afin de conserver ces performances tout au long de la vie de la machine, une fonction de surveillance des performances durant ce cycle de vie, décrite par ailleurs dans ce numéro de NUMinformation, sera mise en place afin de détecter les problèmes mécaniques éventuels avant qu'ils n'aient de conséquences fâcheuses.

Cet exemple de partenariat entre le client, le constructeur et NUM n'est pas unique. Il correspond bien à la philosophie de la société qui est d'apporter à chacun les outils nécessaires pour tirer le meilleur parti de ses avantages spécifiques. N'hésitez pas à en parler à vos correspondants, ils seront très heureux de vous assister dans cette voie.



Synoptique des axes machine.



Vue rapprochée de la tête de gravure.

# 70 tonnes au-dessus de la tête



On n'imagine pas toujours les tortures que subissent roues et essieux des matériels roulants, que ce soient des trains ou des tramways. Patinages sur les feuilles en automne, freinages d'urgence, chocs, tout cela reste en mémoire dans le métal des essieux. Et pourtant il s'agit des premiers éléments de sécurité ; c'est pourquoi ils l'objet d'une attention et d'une maintenance très poussée.

Pour assurer cette maintenance le technicentre SNCF de Noisy le Sec au Nord-Est de Paris vient de s'équiper d'un nouveau tour en fosse Koltech dont la particularité est de pouvoir traiter les tram-trains. En effet avec l'extension des villes les tramways sont amenés à utiliser non seulement le réseau urbain mais également le réseau ferré proche et on trouve maintenant des équipements capables de rouler sur les deux types de voies. On les appelle couramment tram-trains et le nouveau tramway T4 au nord-est de Paris en fait partie.

Un tour en fosse est toujours une machine impressionnante. Imaginez être dans une niche en profondeur et que les soixante-dix tonnes d'un tramway, ou les quatre cents tonnes d'un TGV, passent lentement au-dessus de vous, elles s'arrêtent pour positionner un essieu au dessus de quatre galets juste un peu en avant puis les rails s'effacent sur un peu plus d'un mètre, cette partie de la rame n'étant plus maintenue que par les galets qui vont entraîner cet essieu en rotation afin de le remettre en condition.

Une séquence d'usinage commence par l'identification de l'essieu et du profil des roues puis le cycle va mesurer le diamètre de chaque roue et leur écartement. L'opérateur peut alors accéder à certains paramètres pour les optimiser et va définir la séquence d'usinage pour ramener le profil dans la tolérance voulue. La réalisation du profil requiert une grande précision. En effet, dans les courbes, c'est grâce à l'inclinaison de la bande de roulement que l'on obtient un effet différentiel du fait d'une certaine latitude de déplacement axial du bogie sur les rails. Cette caractéristique autorise également une légère tolérance sur la différence des diamètres et donc l'optimisation de l'enlèvement de matière. Un usinage comprend plusieurs phases dont l'opérateur peut choisir l'ordre d'exécution mais l'application s'assure que toutes les phases ont été exécutées avec succès avant de pouvoir considérer l'opération terminée.

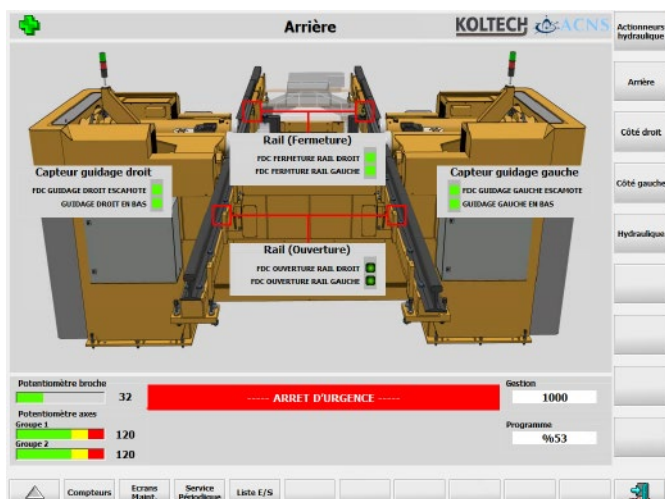
La SNCF fait depuis longtemps confiance à NUM pour ses équipements. À l'occasion de retrofits qu'il a effectués, le centre d'expertise SNCF a défini un mode opératoire et une ergonomie parfaitement adaptés à ce type d'usinage. Ce mode opératoire développé à l'origine sur NUM 1060 se retrouve sur les plusieurs dizaines de machines réparties dans les ateliers de maintenance. Il a, bien sûr, évolué pour prendre en compte l'accroissement des performances des systèmes de commande mais la philosophie reste inchangée.

La machine qui nous intéresse aujourd'hui est le fruit d'une coopération entre la SNCF, le constructeur polonais KOLTECH et le bureau d'études et de réalisation ACNS qui accompagne KOLTECH sur le marché français depuis 2014. Pour ce faire, ACNS, qui est de longue date un partenaire de NUM, a choisi en accord avec la SNCF un Flexium+ 68 comme système de contrôle. M. Hendriksen, son directeur, nous

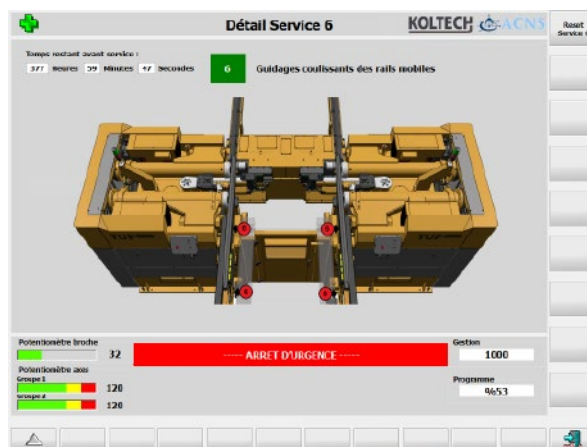


Vue du poste opérateur avant une nouvelle opération.

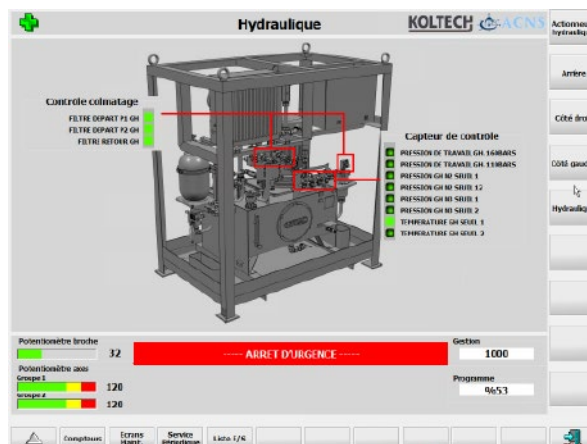




Conduite machine : Emplacement et état des capteurs principaux.



Maintenance : Points de graissage.



Page d'aide à la maintenance hydraulique.

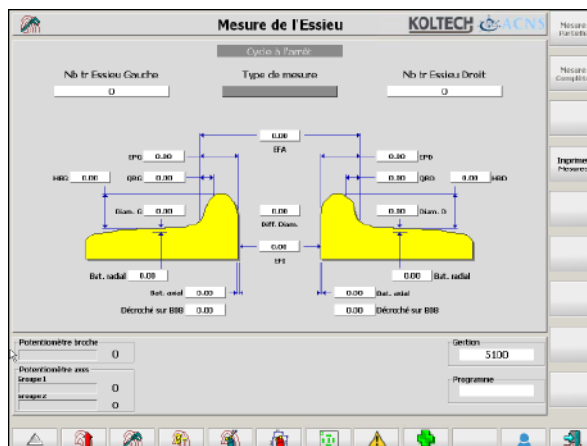
explique pourquoi : « Un des avantages des produits NUM est leur adaptabilité et facilité d'intégration, nos ingénieurs peuvent rapidement en maîtriser les différents aspects et le support de NUM est toujours disponible ; de plus la compatibilité des programmes pièces avec les systèmes précédents est un atout majeur pour nos clients. »

L'équipement comprend quatre moteurs BPH155 pour les chariots d'usinage droit et gauche et quatre moteurs de broche AMS132 de 10kW pilotés par MDLUX 130A équipés de la fonction STOX (Safe Torque Off – Absence de couple sécurisé), le tout relié à une alimentation à réinjection sur le réseau et complété par quatre entrées de mesure sur EtherCAT pour la détermination du diamètre et de l'entraxe des roues. L'automate de sécurité NUMSafe surveille l'ensemble. L'interface homme machine est assurée par un pupitre machine MP04 et un pupitre écran 15" de type FS152 qui présente les pages du mode opératoire défini par la SNCF. Cette ergonomie a été développée en C et communique avec la CN et l'automate par l'intermédiaire de FXServer, l'interface standard NUM n'étant pas affichée dans ce cas.

Une des difficultés que l'on peut rencontrer sur les tours en fosse concerne la mise en rotation de l'essieu qui va être usiné. En effet celui-ci reste en place sur la rame et ne peut dès lors pas être bridé, il est uniquement entraîné par friction par l'intermédiaire de quatre galets. Il est donc nécessaire de synchroniser parfaitement les vitesses des deux galets d'une même roue et de prendre en compte la différence de diamètre pour la synchronisation entre les roues droites et gauches. Grâce à la précision des entraînements numériques MDLUX il n'a pas été nécessaire de pratiquer une synchronisation de couple qui pourrait générer des glissements. Les variateurs d'un même côté reçoivent une consigne de vitesse identique et ceux du côté gauche une consigne proportionnelle au rapport des diamètres. Cette solution donne parfaitement satisfaction.

M. Kleiber, l'expert des tours en fosse à la SNCF qui a pratiqué les premiers rétrofits et défini l'ergonomie et le mode opératoire que doivent présenter les machines nous dit : « J'apprécie aussi la facilité d'intégration des produits NUM et puis nous avons toujours un interlocuteur que ce soit pour du SAV ou du développement. Nous sommes très satisfaits de cette coopération et des performances des produits, l'intégration de nouvelles fonctionnalités est d'ailleurs en projet. »

Simplicité, performance, proximité, on retrouve souvent ces qualificatifs qui font partie des atouts de NUM. Grâce à eux s'établissent des partenariats qui vous permettront de mettre en avant vos avantages concurrentiels. N'hésitez pas à en parler avec vos correspondants pour, vous aussi, pouvoir en bénéficier.



Exemple d'une page de l'interface Homme Machine : Mesure de l'essieu.



De gauche à droite : M. Hendriksen (Directeur ACNS), M. Duchamp (Ingénieur Application ACNS), M. Kleiber (Expert SNCF), M. Barsanti (Directeur NUM F), au 2nd plan M. Schaller (Responsable tour SNCF)

# Un centre d'usinage de profilés cinq axes pour conquérir de nouveaux marchés

## elumatec



L'entreprise elumatec AG est le leader mondial dans la fabrication de machines pour l'usinage de profilés en aluminium, PVC et acier. Avec une large gamme de produits et un concept de machines modulaires et sur mesure, elle peut fournir des solutions industrielles ou individualisées à l'ensemble des utilisateurs, de l'entreprise artisanale à l'entreprise industrielle d'usinage de profilés. L'entreprise qui a été fondée en 1928 et dont le siège social se trouve à Mühlacker, en région Souabe (Allemagne, entre Karlsruhe et Stuttgart), possède des filiales et des distributeurs dans plus de 50 pays et, avec un effectif mondial de plus de 700 employés, a réalisé en 2018 un chiffre d'affaires consolidé de plus de 130 millions d'euros.

C'est grâce à sa grande variété de machines pour les PME, telles que les petits centres d'usinage de barres, les scies à onglets doubles, les presses d'angle, les fraiseuses et les centres d'usinage 4 axes qu'elumatec s'est fait un nom. La pierre angulaire de son succès a été posée dans les années 1960, lorsqu'elle a commencé à se consacrer activement à l'usinage de profilés en matériaux très divers.

En 2006, elumatec a lancé le centre d'usinage de profilés SBZ 151 pour l'usinage de profilés en aluminium et en acier à paroi mince. L'entreprise s'est également lancée pour la première fois dans le domaine des machines pour les entreprises industrielles et a connu rapidement un fort succès. Aujourd'hui, ses centres d'usinage sont utilisés dans la construction de produits allant des fenêtres, aux mâts de navire en passant par les chemins de fer de montagne, les poteaux de but de football ou le mobilier de bureau. Ils sont également utilisés dans la fabrication de matériaux pour des bâtiments emblématiques comme le Louvre à Abu Dhabi ou le plus haut bâtiment de Corée du Sud, la Lotte World Tower (qui avec une hauteur de 555 mètres est actuellement le cinquième bâtiment le plus haut du monde). Ces deux bâtiments utilisent des composants produits sur des machines SBZ 151 pilotées par Flexium<sup>+</sup>.

La collaboration entre elumatec et NUM a débuté en 2002 avec le développement d'une machine prototype. Différents fournisseurs ont été comparés et analysés sur une période d'environ un an. En fin de compte, « Aucun système n'a atteint de meilleures performances que la commande numérique Axiom de NUM », déclare Oliver Guigas, développeur logiciel chez elumatec AG. L'exigence d'un tel type de machine est venue des clients sur le marché qui souhaitaient un système de commande de renommée internationale.

Depuis cette époque, le centre d'usinage de barres n'a cessé d'être perfectionné et modernisé, tant sur le plan mécanique que sur le plan de l'automatisme et Flexium<sup>+</sup> 68 a remplacé l'Axiom en 2015 comme équipement exclusif. Stefan Schweikert, responsable de la conception électrique chez elumatec AG, poursuit : « Flexium<sup>+</sup> avec son système de sécurité intégré nous offre un argument de vente unique, les nombreuses fonctions du système nous permettent de répondre efficacement à nos besoins. »

La fonctionnalité cames sécurisées (SCA), par exemple, nous est très utile. Il n'est plus nécessaire d'avoir recours à des capteurs externes pour définir des zones de travail sûres. Dans le SBZ 151, cette possibilité utilisée en combinaison avec le contrôle de vi-



Le centre d'usinage de profilés SBZ 151 Edition 90 d'elumatec.



Pupitre de commande FS154i P2 (avec disque SSD et processeur Quad-core) et pupitre machine NUM MP06.

tesse sécurisé (SLS) autorise une nette augmentation de la productivité grâce à la simultanéité de l'usinage et du chargement. L'ouverture et la flexibilité du système NUM autorisent une mise en œuvre rapide des exigences spécifiques. En gérant par le logiciel des fonctions précédemment traitées par du matériel, il est possible d'atteindre un très haut degré de flexibilité grâce à une programmation modulaire.

« Grâce aux moteurs 'Single Cable', les coûts de câblage sont beaucoup moins élevés que par le passé. Il s'agit d'un 'saut quantique' qui nous a permis d'économiser du temps et de l'argent », ajoute Werner Münsinger, concepteur électrique chez elumatec AG. Les moteurs 'Single Cable' ont également permis de réduire la susceptibilité aux pannes par rapport aux versions précédentes. Felix Schlachter, responsable du développement logiciel chez elumatec AG complète : « Des réunions techniques régulières assurent la bonne synchronisation d'elumatec et NUM. Des thèmes bien préparés permettent à elumatec de trouver une solution efficace et de très haute qualité. »

## SBZ 151 Edition 90

Le centre d'usinage de profilés 5 axes SBZ 151 a été revu à l'occasion du 90e anniversaire d'elumatec et existe maintenant sous le nom 'Edition 90'. Cette machine se caractérise par des nouvelles pinces, une technologie d'automatisme et d'asservissement optimisée ainsi que des fonctions de sécurité intégrées dans les variateurs et certifiées. Elle est commandée par le système CNC NUM Flexium<sup>+</sup> 68.

Le SBZ 151 Edition 90 peut être livré en standard avec les longueurs de travail suivantes :

- 6,0 m
- 7,3 m
- 9,0 m
- 10,3 m
- 12,0 m
- 13,3 m
- 15,0 m
- 16,3 m

Le concept modulaire permet d'obtenir sur demande des versions avec des courses plus élevées.

Les longueurs d'usinage mentionnées ci-dessus sont données pour l'axe X, qui dispose d'une vitesse de déplacement maximale de 66 m/min. Les autres caractéristiques essentielles de la machine sont :

- Précision de positionnement des axes X, Y et Z de +/- 0,1 mm/m, celle des axes A et C de +/- 0,1°.
- Vitesse de rotation maximale de la broche : 24 000 tr/min
- Puissance de la broche : 20 kW en régime S1
- Changeur d'outils à droite : 20 emplacements d'outils (13 outils standards et 7 outils spéciaux)
- Changeur d'outils à gauche : une lame de scie de diamètre 500 mm (400 mm en option)
- Diamètre maximum de la fraise : 100 mm
- Positionnement autonome de la pince avec système de mesure absolu
- Deux zones d'usinage séparées permettent l'usinage en mode pendulaire. Protection d'accès avec barrières de sécurité et barrières lumineuses
- Fonctions de sécurité intégrées aux variateurs et certifiées
  - STO : Arrêt hors couple sécurisé
  - SS2 : Arrêt de sécurité 2 (arrêt rapide et maintien)
  - SLS : Vitesse limite sécurisée
  - SCA : CAM sécurisées

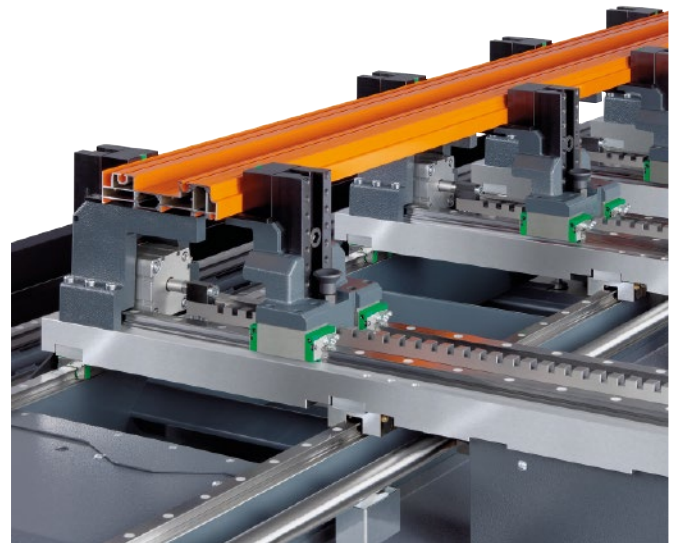


Vue détaillée de l'armoire électrique : Système Flexium<sup>+</sup> 68 CNC avec NUMDrive X avec solution de sécurité intégrée.

L'article sera poursuivi sur la double page suivante →

Un centre d'usinage de profilés cinq axes pour conquérir de nouveaux marchés

**elumatec**



*Vues détaillées du SBZ 151 Edition 90.*



*De droite à gauche : Stefan Schweikert, responsable de la conception électrique chez elumatec AG, Oliver Guigas, développeur de logiciels, Werner Münsinger, concepteur électrique chez elumatec AG, Felix Schlachter, responsable du développement logiciel chez elumatec AG et Christian Unger, directeur de NUM GmbH.*

# Application Industrie 4.0 eluCloud

Avec eluCloud, elumatec propose une solution industrie 4.0 qui fournit, en temps réel, à l'utilisateur une multitude de données machine et production. « Sur notre SBZ 151 en particulier, qui supporte entièrement eluCloud, cette offre à la pointe de l'innovation est très demandée », déclare Felix Schlachter. Les avantages sont évidents : à tout moment et de pratiquement n'importe quel poste, il est possible de voir ce qui se passe ou ce qui s'est passé dans la production grâce aux rapports personnalisables individuellement. Les superviseurs l'utilisent fréquemment. M. Schlachter ajoute : « Nous recevons de plus en plus de demandes de la part de l'industrie pour l'acquisition de données machine, y compris des caractéristiques telles que les temps de fonctionnement des broches, la surveillance de l'utilisation des capacités et les temps d'arrêt et de fonctionnement des machines. »

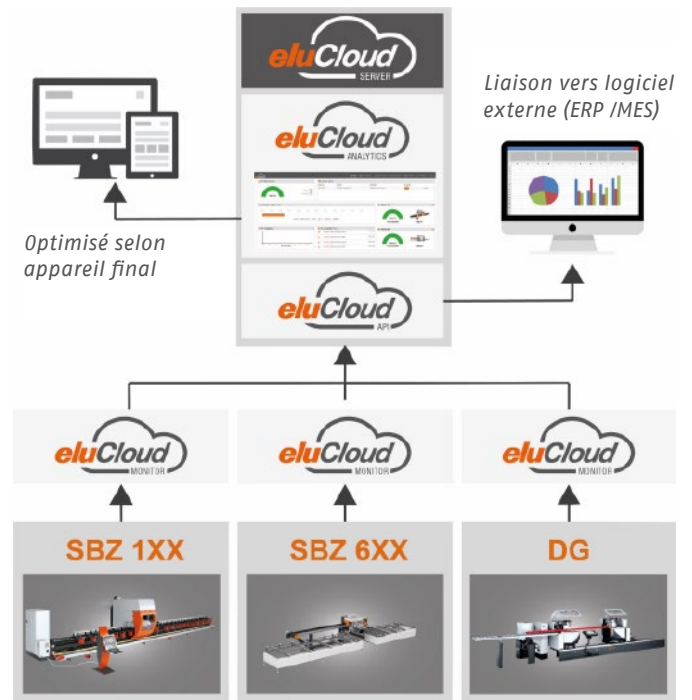
L'interface utilisateur graphique modulaire, moderne est utilisable de manière intuitive. Les rapports peuvent être présentés selon les besoins individuels à l'aide de simples actions de glisser-déposer. Des modèles Excel prédéfinis peuvent être importés dans l'outil de reporting via une fonction d'importation. Il est possible d'utiliser des filtres pour simplifier la collecte de données, en la limitant par exemple à une équipe, une machine ou un jour particulier de semaine.

eluCloud est la solution commune d'elumatec et d'elusoft (une filiale basée à Dettenhausen, Bade-Wurtemberg) pour la saisie et l'analyse des données machine.

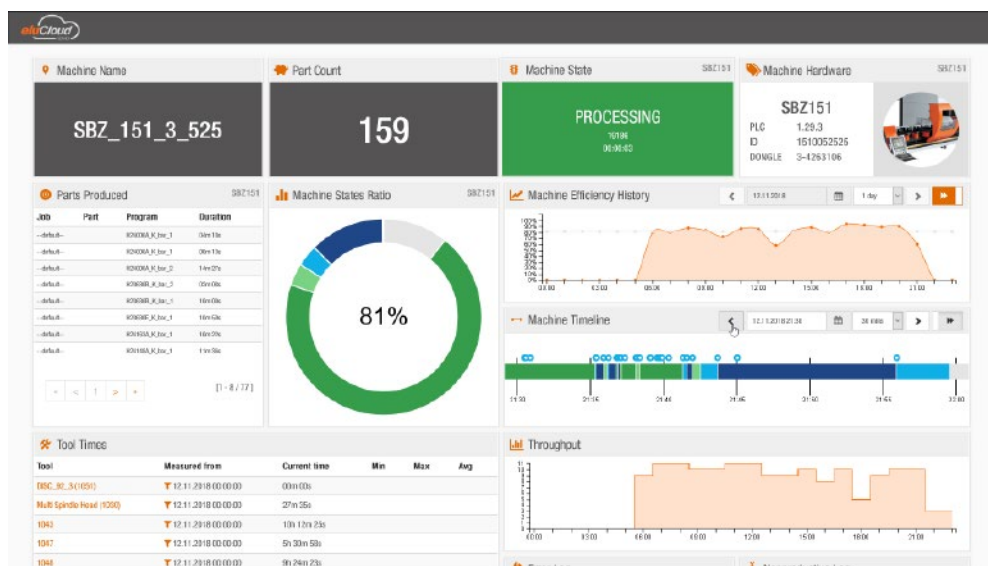
Le logiciel se compose de quatre modules :

- Moniteur d'eluCloud :  
Acquisition des données machine
- eluCloud-Server :  
Stockage et préparation des données pour l'évaluation
- eluCloud-Analytics :  
Analyse des données et évaluation détaillée
- eluCloud-API :  
Interface avec la collecte des données machine et les analyses déjà créées

« Le passage à Flexium+ est arrivé au bon moment. Grâce au FX-Server intégré dans Flexium+, la connexion du SBZ 151 à l'eluCloud s'est faite sans difficultés. Notre solution de cloud computing génère de la valeur ajoutée pour le client, ce qui permet d'augmenter la productivité et d'optimiser les processus », conclut M. Felix Schlachter.



eluCloud : Acquisition données de la machine pour analyse des données.



Capture d'écran de l'application eluCloud : Statistiques machine d'un SBZ 151.

# Un système de découpe au jet d'eau innovant mis au point avec l'aide de NUM



Une jeune entreprise de l'Université Technique de Chemnitz (Allemagne) a développé une machine de découpe au jet d'eau utilisant la technologie de suspension. Doté d'une efficacité et d'une qualité supérieures, en termes de performances, à celles des machines à jet d'eau avec abrasif plus conventionnelles, cette technologie se positionne entre la découpe jet d'eau avec injection d'abrasif et la découpe laser. Le système de commande NUM offre, grâce à sa flexibilité et à son ouverture, les conditions optimales pour son pilotage. Il s'agit d'une technologie de découpe jusqu'à présent inconnue dans les applications de fabrication industrielle.

« Notre objectif était de construire un système de découpe au jet d'eau compact basé sur la technologie d'abrasif en suspension qui est significativement plus puissante et en même temps plus efficace que la découpe au jet d'eau conventionnelle avec technologie par injection. Nous avons réussi ! », déclare Markus Dittrich, cofondateur et directeur général de la start-up NOVAJET et associé de recherche à l'Institut des machines-outils et des procédés de production (IWP) de l'Université Technique de Chemnitz. L'objectif est de développer un système concentré sur des diamètres de jet inférieurs à 0,4 mm et optimisé pour la production de petites pièces de précision avec des matériaux difficiles à usiner tels que la céramique ou le carbure de tungstène. Avec ce nouveau concept, les ingénieurs ont innové en matière de technologie; il n'existe pas encore de machine comparable et l'ensemble est encore en cours de développement. Les fondateurs de NOVAJET ont choisi le système NUM notamment pour sa flexibilité et son ouverture, car à ce stade du projet les optimisations et évolutions de stratégie sont courantes pour tout prototype.

## De l'injection à la technologie de suspension

Tout a commencé par un projet de recherche sur la découpe au jet d'eau avec abrasif et un diamètre de jet d'environ 0,3 mm. « Nous avons constaté que la puissance de coupe du jet avec la technologie conventionnelle par injection diminue exponentiellement à mesure que nous réduisons le diamètre du jet. Au fur et à mesure de cette réduction, nous n'arrivions plus qu'à découper des tôles minces », explique Markus Dittrich tout en fournissant l'explication technique : « Dans les systèmes jet d'eau avec abrasif conventionnels, l'eau est amenée à une pression comprise entre 3000 et 6000 bars dans une chambre de mélange. Cela crée un effet Venturi qui aspire l'abrasif sec d'un récipient de stockage et le transporte avec le jet d'eau. L'accélération de l'abrasif seul consomme environ 30 % de l'énergie initialement introduite dans l'eau », explique M. Dittrich. De plus, ce type de mélange introduit beaucoup d'air dans le jet et distribue principalement l'abrasif sur le pourtour du jet. Les deux phénomènes réduisent le taux d'enlèvement.

Une alternative est la technologie par suspension, une technologie de découpe qui a jusqu'à présent été davantage utilisée pour des applications demandant moins de précision. Elle est utilisée par exemple dans le démantèlement de centrales électriques. L'eau et l'abrasif sont mélangés initialement pour former une suspension, celle-ci est ensuite mise sous haute pression dans une chambre adaptée puis dirigée vers la buse de découpe qui va la focaliser pour former un jet doté d'une grande vitesse. Un projet de suivi mené à l'Université Technique de Chemnitz avec les partenaires industriels ANT AG et ATECH GmbH a déjà prouvé que cette technologie a le potentiel d'être utilisée sur une machine-outil. « Il est possible d'obtenir une augmentation de per-

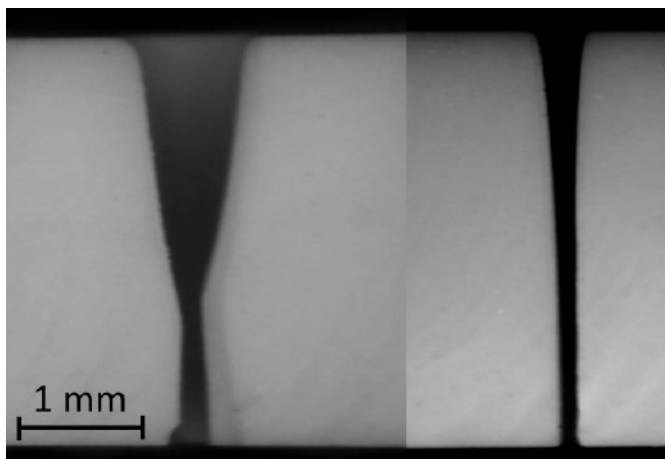
formance de plus de 300 % par rapport au procédé par injection », résume M. Dittrich. Concrètement : avec une pression de 1400 bars et les mêmes conditions, les tests ont montré que la découpe était au moins trois fois plus rapide et plus précise qu'avec la technologie par injection à 3000 bars. C'est également le cas pour la céramique. Cet accroissement de performances est dû à la qualité du jet, car celui-ci est exempt d'air et l'abrasif est distribué dans le centre du jet. De plus, l'erreur d'angle typique du jet d'eau est nettement plus faible avec la découpe en suspension et des diamètres de jet de 0,2 mm ont déjà été obtenus lors d'essais.

## Une machine pour l'industrie

Le système est en cours d'optimisation. La conception de l'installation est très compacte et tous les composants, des pompes au réservoir à haute pression en passant par la table de travail et le système de coupe, sont réunis en une seule unité. La machine fonctionne avec une pression d'eau de 1500 bars et la zone de travail de 350 mm x 510 mm est suffisante pour la fabrication précise de petites pièces. Le réservoir à haute pression est conçu de telle sorte qu'il est possible d'obtenir un temps de coupe pur d'environ 20 minutes avec un seul remplissage et un diamètre de jet de 0,4 mm. Ensuite, lors de la phase finale de développement, ce réservoir sera automatiquement déchargé, rempli et pressurisé à nouveau. Le système est évidemment un peu plus complexe que ce simple énoncé de principe. Par exemple, un circuit principal avec de l'eau pure provenant de la pompe haute pression est couplé à un circuit secondaire pour la suspension du réservoir haute pression.



Zone de travail du système de découpe au jet d'eau NOVAJET.



Comparaison des coupes en technologie par injection (à gauche) et par suspension (à droite) dans de l'oxyde d'aluminium et sous la même pression.

De plus, la composition homogène du jet nécessite une technologie de contrôle plus complexe. « Nous avons un assez grand nombre de vannes qui doivent être adaptées les unes aux autres. Il y a également une pompe haute pression intégrée. Et nous avons des systèmes de surveillance de processus qui surveillent à la fois le jet, le mélange abrasif lui-même, ainsi que le réservoir haute pression », explique Markus Dittrich. Ces systèmes de surveillance n'existent pas dans la technologie par injection et, par conséquent, il n'existe pas de système de contrôle prêt à l'emploi qui convertisse les signaux des systèmes de surveillance en entrées de régulation pour l'ensemble du système.

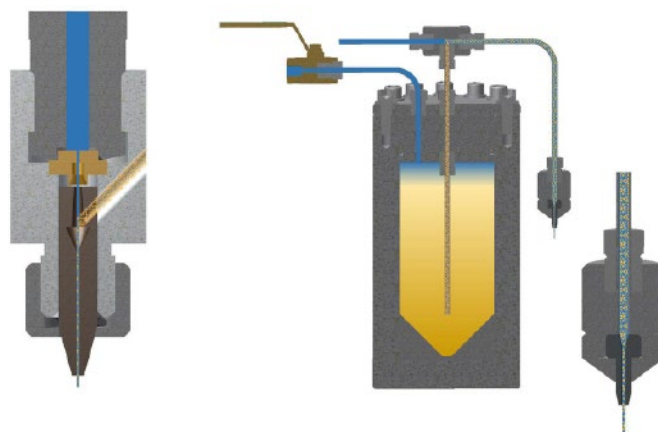
« Pour le choix du système de commande, il était très important pour nous que tous les paramètres, de la pression de l'eau, à la commande des axes, en passant par le remplissage automatique et jusqu'à ceux de la tête de coupe, soient accessibles au système de commande. La surveillance de la tête de coupe fournit un signal qui doit permettre, en temps réel, de réajuster la commande de la pompe haute pression. L'établissement de ces liens en arrière-plan est très important pour notre technologie », déclare Markus Dittrich.

NOVAJET a choisi d'utiliser la plate-forme CNC de NUM pour plusieurs raisons. Premièrement, les commandes NUM sont standard sur les rectifieuses du marché ciblé qui est celui de l'industrie des matériaux haute performance ; d'autre part, il existe déjà sur le marché des systèmes de découpe au jet d'eau avec commandes NUM, ce qui signifie que des composants de configuration appropriée sont disponibles pour la découpe au jet d'eau ; et enfin, NUM fournit un ensemble complet du pupitre PC aux moteurs en passant par la commande CNC et les variateurs (sans oublier le support efficace des services d'ingénierie).

#### Expérience positive de la mise en service

La décision de choisir NUM s'est avérée être la bonne, y compris pendant la phase de démarrage. Un technicien de NUM a passé deux jours à Chemnitz pour assurer l'intégration des moteurs et variateurs, afin que les entraînements soient rapidement opérationnels. Grâce aux connaissances acquises lors d'une semaine de formation, les fondateurs de NOVAJET ont été en mesure d'achever en deux semaines la mise en service restante et par leurs propres moyens. « Nous avons cependant toujours eu la possibilité d'obtenir une assistance téléphonique. Nous avons pu éliminer toutes les difficultés assez facilement grâce à la téléassistance », explique Stefan Seidel, le co-fondateur en charge de la partie technique. Pendant la phase de mise en route de l'installation, la programmation des boucles de réaction s'est également avérée très aisée. L'accent est mis en particulier sur l'accès direct aux nombreuses fonctions du système de commande.

« Lors de la mise en service, nous n'avons cessé de remarquer des détails que nous devons modifier ou adapter », explique M. Dittrich. « Puis, bien sûr, nous avons également dû parfois adapter les fonctions du système de contrôle. Si nous avons dû nous fier à un fabricant qui facturait le moindre conseil ou avait besoin de longues boucles de décision pour la moindre adaptation, le projet se serait vite retrouvé en grande difficulté », résume Markus Dittrich.



Dans la technologie par injection l'eau est introduite sous pression dans une chambre de mélange ce qui génère une dépression qui va aspirer l'abrasif. Dans la technique par suspension, l'eau et l'abrasif sont mélangés intimement puis l'ensemble est alors mis sous pression.

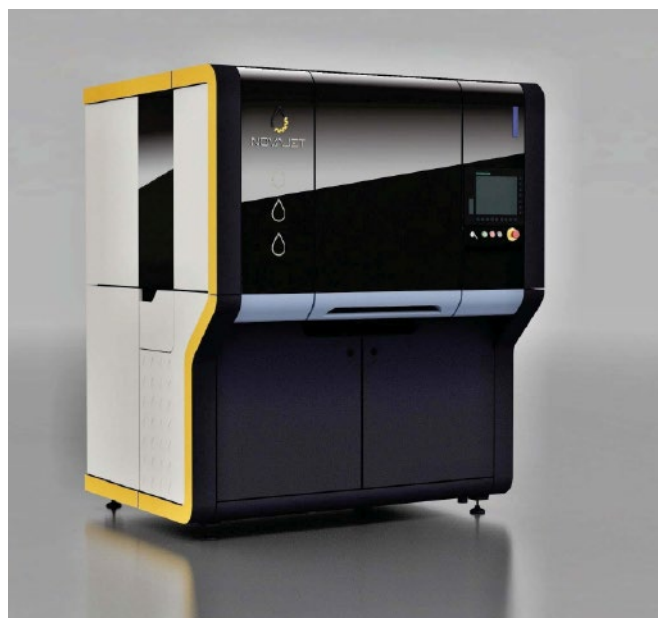
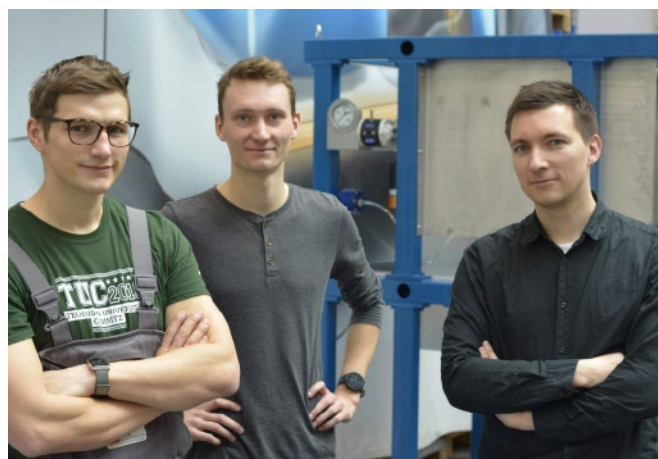


Schéma du système de découpe au jet d'eau par procédé en suspension.



L'équipe de démarrage, de droite à gauche : Markus Dittrich, Stefan Seidel et Stephan Richter.

# Des logiciels pour la production parmi les plus performants



Bien avant que le concept d'Industrie 4.0 ne connaisse son envol, l'entreprise Innovative CAM AG en mettait déjà une bonne partie en œuvre même si des aspects tels "le Cloud" par exemple n'en faisaient pas encore partie. Comme le "CAM" de son nom l'exprime, la notion de Fabrication Assistée par Ordinateur fait partie de l'ADN de cette société située à NIDAU dans le canton de Berne. L'accent a toujours été mis sur la rencontre de la technologie de l'information et de celle de la production. Aujourd'hui, les activités commerciales d'Innovative CAM AG s'articulent autour des trois produits : SpaceClaim, Esprit et iCAMNet.

**SpaceClaim** d'ANSYS est un outil de modélisation 3D polyvalent qui peut être utilisé pour créer et modifier des données 3D précises dans tous les services d'une entreprise. Un avantage majeur de ce logiciel est sa simplicité d'utilisation, de sorte que même les non-experts peuvent créer sans effort des modèles 3D.

**Esprit** de DP Technology, dont la réputation comme logiciel de CFAO (Conception et Fabrication Assistée par Ordinateur) est largement établie, permet la programmation de n'importe quelle machine-outil, pour le fraisage et le perçage de 2 à 5 axes, le tournage de 2 à 22 axes, l'électroérosion à fil 2 à 5 axes et les machines mixtes, tournage/fraisage, avec ou sans axe B.

Ensemble, ces deux offres représentent environ 50 % des ventes. Innovative CAM AG agit en tant que revendeur et offre assistance et formation. Avec toute l'expertise acquise au fil des ans, il n'est pas surprenant que, sept fois en 20 ans, ce soit sur le marché plutôt restreint de la Suisse, qu'Esprit a réalisé son chiffre d'affaires le plus fort.

L'autre moitié du chiffre d'affaires revient à **iCAMNet**. Ce logiciel qui a été lancé sur le marché en 2010, a été développé par la société Innovative CAM AG elle-même. Il regroupe, sous un dénominateur commun, tous les services nécessaires à une production. iCAMNet inclut DNCNet

dont la fonction est, d'une part, de vérifier la validité des programmes CN, relativement aux modifications, et, d'autre part, de gérer tous les documents relatifs aux pièces produites. Il en résulte une simplification du travail ainsi qu'une diminution des rebuts. Toutes les transactions et modifications sont également enregistrées, ce qui garantit une traçabilité complète. Le logiciel iCAMNet est donc un instrument qui permet d'enregistrer les performances globales du site de production, qui peut être utilisé sur plusieurs générations de machines de différents fabricants, qu'elles soient équipées d'un PC ou non.

Les versions initiales de ces outils peuvent donc être décrites comme faisant partie d'une première version d'Industrie 4.0. Aujourd'hui, des solutions de cloud computing sont bien sûr également disponibles. Daniel Vez, directeur général d'Innovative CAM AG, commente : « L'industrie demande depuis longtemps une connexion à l'Internet. Cependant, nous assistons actuellement à un retour en arrière : beaucoup de nos clients ne veulent plus connecter directement leurs machines à Internet pour des raisons de sécurité ». Les machines ne sont donc pas reliées directement, mais communiquent avec un serveur dédié, qui peut disposer d'une connexion Internet, mais cela n'est pas obligatoire et dépend de la configuration et des désirs du client.

La surveillance d'atelier permet d'enregistrer toutes les données et les états machine importants pour le client concerné. Il est ainsi possible de consulter, soit en direct soit en différé sous forme de rapport, les performances de chaque machine. A titre d'exemple, voici quelques informations, la liste n'est bien sûr pas exhaustive :

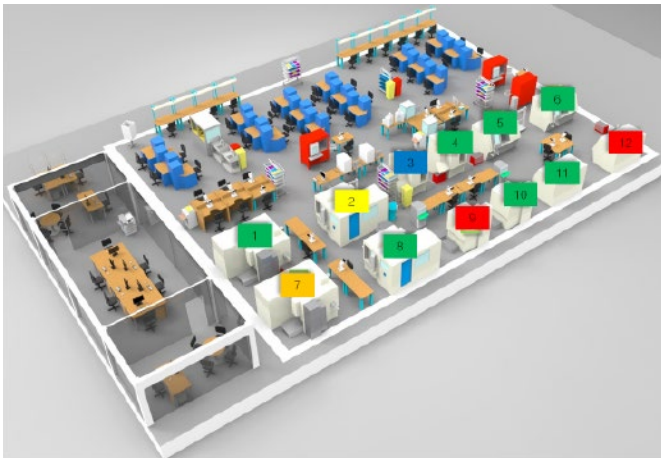
- Quelle machine produit quelle pièce ?
- Quel outil sera bientôt utilisé, quand devra-t-il être remplacé ou réaffûté ?
- Quelle machine est au repos, pour quelle raison (erreur, maintenance, absence de brut, portes ouvertes,...) ?
- Quel est le lot en cours de production (par exemple pour l'industrie médicale) ?
- Quel est le temps d'utilisation de telle machine par rapport aux autres ?
- Comment les postes de travail individuels se déroulent-ils, par exemple, y a-t-il des différences jour/nuit ?
- ...

iCAMNet offre de précieux avantages pour l'utilisateur quelles que soient les situations, deux exemples parmi d'autres :



Terminal sur une machine CNC analogique pour la connexion à l'iCAMNet.





Machine No.	Condition	Machine No.	Condition
1	En production	7	Hors tension
2	En Maintenance	8	En production
3	En réglage	9	A l'arrêt
4	En production	10	En production
5	En production	11	En production
6	En production	12	A l'arrêt

- Le parc de machines se compose de machines CNC à asservissements numériques et d'autres à asservissements analogiques : un terminal spécifique permet d'intégrer des machines analogiques dans l'iCAMNet et de les évaluer comme les machines plus récentes dans un système de surveillance d'atelier.
- Le parc de machines se compose de machines de différents fabricants. iCAMNet étant indépendant de la plate-forme, les machines peuvent être connectées grâce à des interfaces pré-définies, ce qui permet une surveillance homogène.

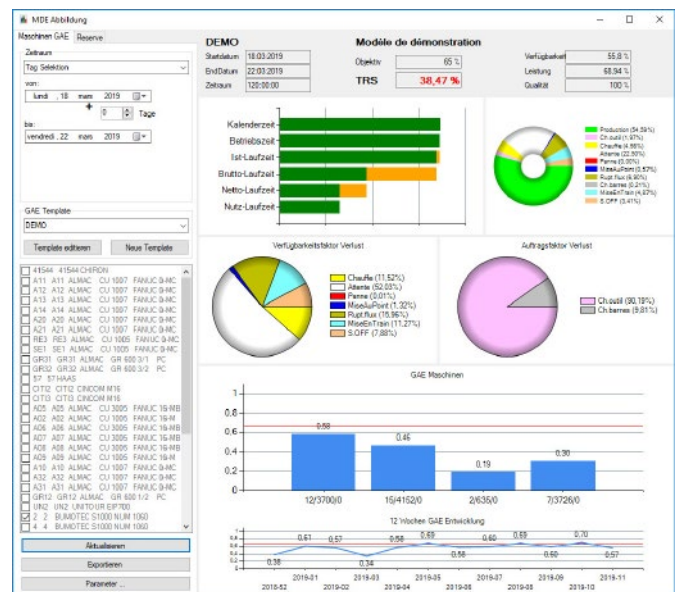
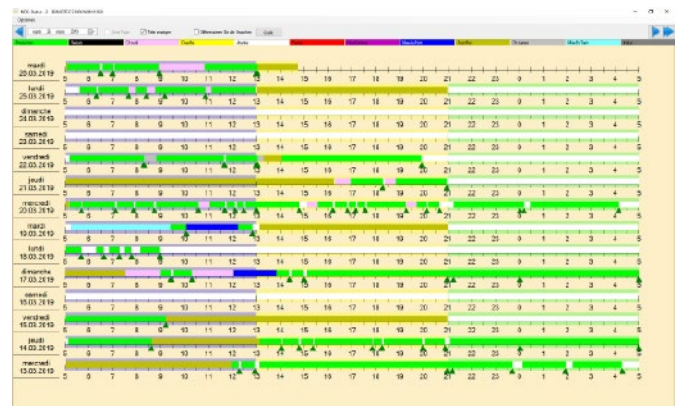
L'objectif est clairement défini : optimisation de tous les processus de l'atelier. Des interfaces vers les systèmes ERP, tels que SAP, ainsi que des options d'alarme (SMS, e-mail, etc.) sont disponibles à cet effet.

La première coopération entre Innovative CAM AG et NUM AG remonte à environ 20 ans et a été effectuée sur une machine transfert. M. Vez, directeur général, se souvient : « Dès le début, la coopération a été très efficace. Si vous aviez une question concernant le système de l'époque, le NUM 760, il était très facile d'obtenir rapidement les réponses adaptées auprès du service NUM ». Aujourd'hui, grâce aux possibilités d'ouverture et d'adaptabilité de Flexium+, les deux sociétés ont pu développer ensemble une solution sur mesure sur laquelle l'iCAMNet a été intégré dans l'IHM.

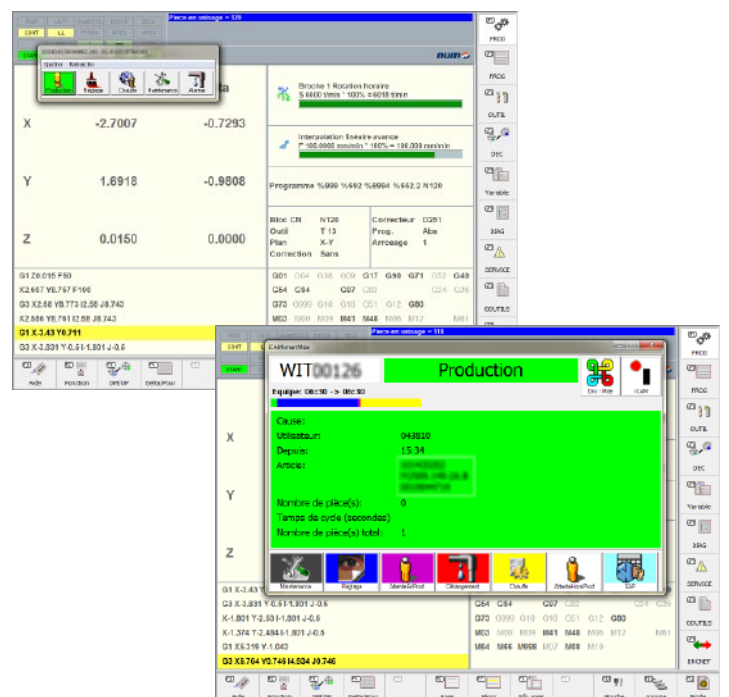
La société Innovative CAM AG a été fondée en avril 1991 en tant qu'émulation du constructeur de machines biennois Mikron (devenu plus tard Georg Fischer AG), qui abandonnait la division "Software Engineering". Aujourd'hui, autour du Directeur Général Daniel Vez, l'équipe est composée de 15 collaborateurs répartis sur trois sites. Le siège social se trouve à Nidau près de Bienne qui, avec Le Locle, Granges et La Chaux-de-Fonds, est l'un des sites les plus importants de l'industrie horlogère Suisse. Innovative CAM AG réalise 40 % de son chiffre d'affaires avec cette industrie. Parmi la clientèle internationale, on trouve de nombreuses entreprises de renom dans l'industrie des machines et de la technique médicale.

Innovative CAM AG et Swissmechanic Training AG ont entamé en 2017 une coopération intitulée "Atelier mécanique d'exception : De la formation initiale jusqu'à l'application d'Industrie 4.0". Les objectifs sont la formation initiale et la formation continue ciblée des employés et des spécialistes ainsi que le renforcement de la compétitivité de l'industrie dans des conditions financières contraintes et parfois difficiles.

Illustration de la vue d'ensemble de la production / poste de contrôle des machines de production (en direct).



Exemples de statistiques de production.



2 variantes d'intégration d'iCAMNet à l'intérieur de NUM HMI.

# Industrie 4.0 – TechniControl et NUM : Un lien entre le système ERP et la production



Pour TechniControl et NUM, Industrie 4.0 n'est pas un nouveau territoire. TechniControl offre une technologie de pointe en matière d'automatisation de processus et de contrôle de production; NUM, de son côté, est synonyme d'applications CNC haut de gamme. Grâce à ces deux acteurs, la connexion à un système ERP avec génération automatique du code ISO et transmission ultérieure (NUM IsoTrans) à la machine CNC a pu être réalisée. Une séquence de traitement optimisée, la rapidité de production augmentée et des temps d'attente sensiblement réduits en sont les bénéfices immédiats.

TechniControl Informatik GmbH offre des systèmes complets ainsi que des solutions et services individuels pour l'industrie manufacturière. Depuis près de 20 ans, la société basée à Schmalenberg, au sud de Kaiserslautern (Allemagne) et ses employés contrôlent, optimisent et permettent de visualiser les processus industriels au niveau SCADA (Systèmes de contrôle et d'acquisition de données). De nombreuses années d'expérience et l'utilisation de modules logiciels sophistiqués permettent aux développeurs de mettre en œuvre des solutions spécifiques, parfois même complexes, dans les plus brefs délais. L'objectif de l'entreprise est d'offrir une structure logicielle efficace et performante pour la réalisation de processus de production intégrés, entièrement automatisés jusqu'au niveau de la pièce individuelle.

TechniControl et NUM assurent le lien entre le système ERP et la machine CNC. Le traitement automatique des données s'effectue en arrière-plan pendant le fonctionnement de la machine. Les différentes opérations d'usinage sur la pièce en cours sont représentées graphiquement à l'opérateur par le logiciel du système de commande.

En partant des données d'un ordre de fabrication, TechniControl génère, pour chaque pièce individuellement, un fichier de travail issu des commandes enregistrées dans le système ERP et le transfère au moment voulu sur le PC industriel de la machine. Ce fichier de travail va servir à générer le code à destination du système Flexium+ qui contrôle la machine. Il est analysé de manière entièrement automatique, à la suite de quoi, une séquence de traitement optimisée est effectuée après laquelle un programme en code ISO optimisé est généré. Seules, quatre formes prédéfinies et paramétrables sont nécessaires pour décrire de manière flexible les différentes étapes du traitement. Le code ISO de la machine est alors généré à l'aide du récent programme NUM IsoTrans et est transféré à Flexium+ via FXServer. Un des exemples d'application récents est une machine de découpe au jet d'eau 5 axes de STM Stein-Moser GmbH en Autriche, équipée d'un Flexium+ 68 qui découpe, avec précision et de manière entièrement automatique, des matériaux d'isolation.

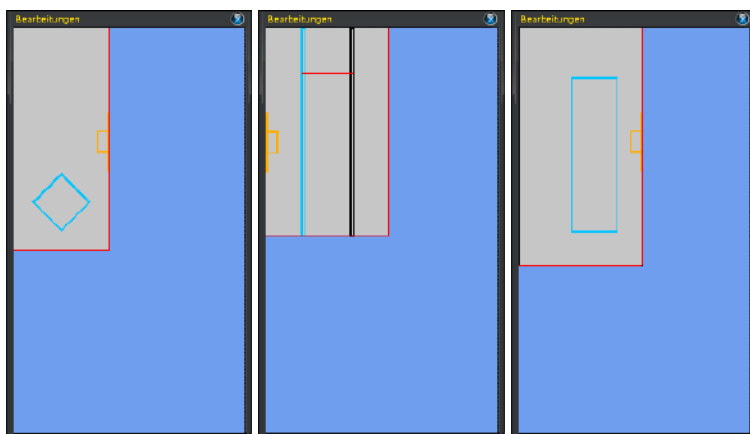
Au cours du processus de fabrication, les pièces découpées dans le matériel isolant sont assemblées avec d'autres pièces individuelles, dont certaines ont été fabriquées sur d'autres machines et dans différentes installations de production. C'est pourquoi la précision des pièces usinées et l'automatisation du processus de traitement ultérieur sont d'une importance capitale. Sur la base des commandes du système ERP, TechniControl génère, pour se conformer aux normes d'assurance qualité et assurer une traçabilité complète du produit,



*Machine de découpe au jet d'eau de Stein-Moser.*

un numéro d'identification unique qui est appliqué sur les différentes pièces sous la forme d'une étiquette.

La fonction d'optimisation du programme a, entre autres, la particularité de générer un parcours de coupe continu pour éviter les doubles coupes. Les coupes inutiles ainsi que des repositionnements de la buse de découpe superflus peuvent ainsi être évités, ce qui garantit une importante réduction du temps de traitement. L'application NUM IsoTrans permet, en fonction de la configuration et des besoins, de sélectionner automatiquement la trajectoire de coupe



Différents usinages dans le processus de fabrication avec différentes trajectoires de coupe.

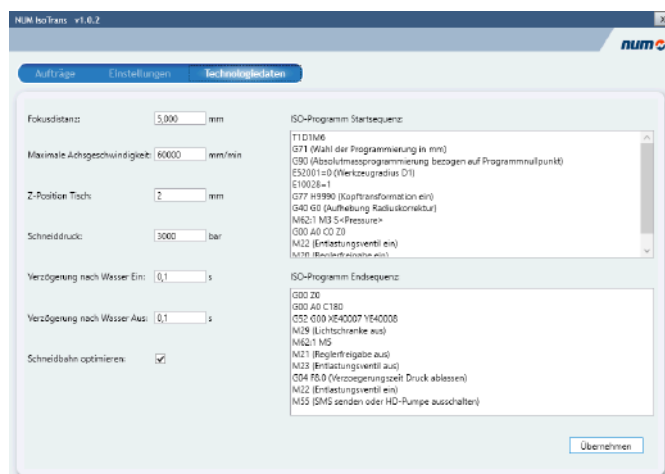


Messages d'état des étapes du processus en cours par l'intermédiaire de 'bulles d'état'.

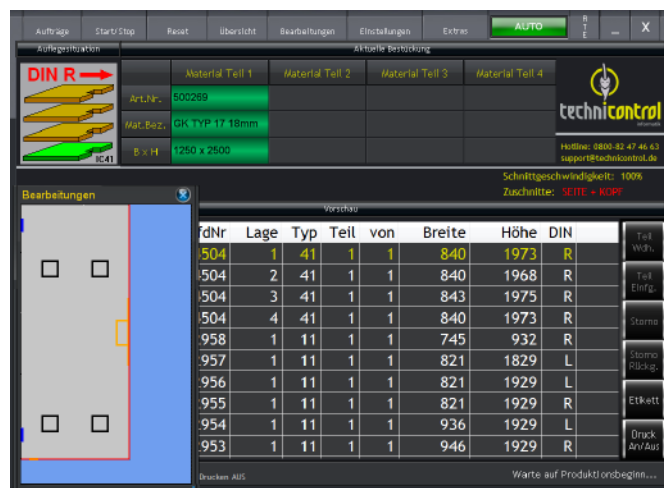
optimale. Grâce à cette technologie de communication moderne, l'ensemble du processus de production est ainsi géré en réseau. Il n'y a pas de temps d'attente pour l'opérateur de la machine ni aucune perte de temps dans l'ensemble du processus de production.

NUM IsoTrans surveille chaque pièce du début à la fin et envoie au système de contrôle du processus (PCS : Process Control System) des informations sur l'état du travail. En cas de problème en cours d'usinage, tous les messages survenus sur la machine sont envoyés au PCS. Le PCS utilise ces informations pour informer l'opérateur de l'état d'avancement de la production et pour permettre un flux de travail ininterrompu. Il n'y a aucune interface utilisateur visible dans le mode de production de NUM IsoTrans. L'état de la connexion est indiqué par un symbole et l'opérateur de la machine reçoit des messages d'état des étapes du processus en cours via des "Bulles d'état". L'interface utilisateur peut être alors ouverte par un simple click sur une icône de la barre d'état et affiche alors les informations sur la commande immédiatement traitée ainsi que sur la commande suivante qui a déjà été préparée et, si nécessaire, optimisée. L'historique des messages fournit une synthèse des derniers ordres et événements traités. Les paramètres généraux tels que les répertoires, le numéro de programme de la CNC, etc. peuvent être définis sur une page de paramètres. Les données technologiques telles que la distance focale, la vitesse maximale de l'axe, la position Z, la pression de coupe et d'autres réglages peuvent être définis par un onglet supplémentaire.

Le point de départ du projet était l'exigence d'une production individuelle ainsi que l'analyse critique et l'évaluation des systèmes impliqués dans le processus de production par TechniControl. Les solutions possibles ont ensuite été abordées avec NUM et un calendrier de projet défini. Grâce à une communication directe et efficace entre les équipes, les défis ont pu être rapidement surmontés et résolus de manière ciblée par les deux parties. « L'optimisation de l'usinage a permis d'augmenter considérablement l'efficacité des performances de la machine », explique M. Stefan Velten, l'un des deux directeurs de TechniControl. M. Viktor Horn, directeur général de TechniControl, ajoute avec satisfaction : « L'un des points forts à noter fût la mise en service. Au lieu des trois jours prévus, la mise en service a pu se faire en une demi-journée ; un véritable exemple. »



Capture d'écran des données technologiques NUM IsoTrans.



Écran TechniControl, ensemble de données du système ERP.



De droite à gauche : M. Viktor Horn et M. Stefan Velten, directeurs généraux de TechniControl avec M. Daniel Uršič, responsable des applications NUM Allemagne.

# Taiwan, une machine pour la production d'engrenages cycloïdaux ou à développante conçue avec l'aide de NUM



## CHIEN WEI

L'entreprise taïwanaise de machines-outils Chien Wei Precise Technology développe des rectifieuses CNC innovantes pour la fabrication d'engrenages spéciaux utilisés dans des applications robotiques avec l'aide de NUM. Basées entièrement sur la dernière génération de la plate-forme Flexium+ 68, les nouvelles machines de Chien Wei sont conçues pour accélérer la production d'engrenages de précision à profils cycloïdaux ou à développante. Il s'agit vraisemblablement des premières rectifieuses d'engrenages sur le marché capables de traiter les deux types de profils d'engrenages. Il existe deux versions de rectifieuse, l'une pour les engrenages intérieurs et l'autre pour les engrenages extérieurs.

Fondée en 1981, Chien Wei Precise Technology Co. est basée dans le district de Fengshan dans le sud de Kaohsiung, Taïwan. La société s'est d'abord spécialisée dans les machines-outils de précision telles que les rectifieuses verticales, les rectifieuses à gabarit et les centres d'usinage, ainsi que les machines à mesurer tridimensionnelles (MMT). Au fil du temps, elle s'est également diversifiée dans les systèmes d'automatisation robotique.

Les systèmes robotiques utilisent généralement soit des réducteurs planétaires équipés d'engrenages à développante, soit des réducteurs cycloïdaux basés sur la combinaison d'un rotor épitrochoïde réduit et d'un stator cycloïde. Alors que les réducteurs planétaires existent depuis longtemps et font l'objet d'une large utilisation, les réducteurs cycloïdaux ont beaucoup moins de pièces mobiles et permettent d'atteindre des taux de réduction extrêmement élevés. Un réducteur de vitesse avec un rapport de 200:1 aurait typiquement besoin d'une chaîne de trois réducteurs planétaires avec douze engrenages à développante. Le même rapport de réduction pourrait être obtenu avec un réducteur cycloïdal utilisant un stator et un rotor. Cependant, les engrenages cycloïdaux sont notoirement difficiles et coûteux à fabriquer.

En 2015, Chien Wei a décidé de gérer la fabrication d'engrenages en interne, en développant sa propre machine à rectifier les engrenages. En produisant ses propres boîtes de vitesses, l'entreprise a pu contrôler la qualité, réduire les délais et les coûts. Cela lui permettrait également de vendre des boîtes de vitesses aux constructeurs de machines – et éventuellement les machines elles-mêmes aux fabricants d'engrenages.

Chien Wei a d'abord basé sa rectifieuse d'engrenages sur un système CNC qu'elle utilise pour d'autres machines-outils, avec le logiciel CFAO Mastercam et sa propre MMT. Mais il est rapidement apparu que la complexité du profil des engrenages cycloïdaux signifiait que les données sur les MMT étaient insuffisantes pour contrôler le processus de fabrication. Un autre inconvénient majeur était que les clients souhaitant acheter les machines devaient également investir dans un système CAO/FAO coûteux et du personnel supplémentaire.

Selon le président de Chien Wei, M. Lee, « Nous avons rapidement décidé que nous avions besoin d'un système CNC qui prenne en charge la totalité du processus de rectification, afin que nos clients n'aient plus qu'à saisir les paramètres de l'engrenage qu'ils souhaitent, la commande numérique gérant alors en temps réel tous les aspects depuis le formage de meule jusqu'au processus de rectification. NUM était un choix évident, en raison de son expertise éprouvée dans les applications de rectification d'engrenages. L'entreprise pouvait également collaborer au développement du système CNC, qui comprend une

IHM (interface homme-machine) spécifique à l'application et diverses fonctions de contrôle dédiées. »

La nouvelle génération de rectifieuses d'engrenages Chien Wei et la nouvelle technologie de rectification de profil NUM permettent désormais de fabriquer des engrenages cycloïdaux et à développante sur la même machine.

M. Adrian Kiener, Directeur des ventes Asie et directeur général de NUM Taïwan, souligne que cette application démontre, s'il en était besoin, la stratégie de soutien de NUM. « En fournissant un accès direct aux experts CNC et aux équipes de développement que nous avons ici à Taïwan, ainsi que dans d'autres pays à travers le monde, nous sommes en mesure de répondre très rapidement à nos clients ce qui les aide à réduire considérablement leur délai de mise sur le marché. En combi-



La nouvelle rectifieuse pour engrenages de Chien Wei est entièrement basée sur la dernière génération de la plate-forme CNC Flexium+ 68 de NUM.

naissance avec les connaissances et l'expérience de notre équipe engrenages en Suisse, cela a conduit à une offre complète de la part de NUM. Cette offre comprend l'interface utilisateur, la technologie et les calculs, ainsi que tous les cycles CN. »

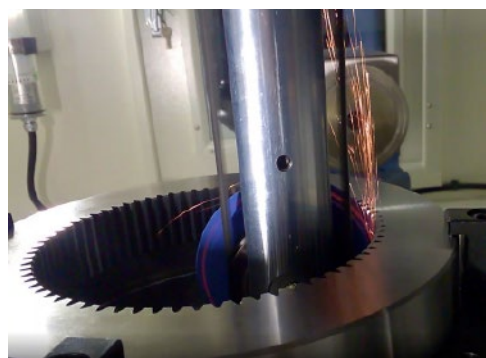
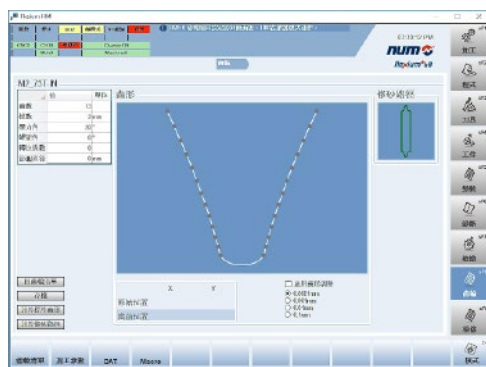
La rectifieuse à engrenages intérieurs de Chien Wei est une machine à 9 axes. La table de travail est montée sur un axe linéaire qui se déplace axialement vers la meule, laquelle est entraînée par une courroie (en raison de contraintes d'espace à l'intérieur de la couronne) et est montée sur un axe vertical entraîné par un moteur linéaire. Lorsque la meule tourne, elle se déplace de haut en bas, tandis que la table portant la pièce se déplace en continu. Les deux flancs de la couronne sont rectifiés simultanément. La machine traite également le formage des meules. Pendant ce cycle, toute la tête de l'outil se décale horizontalement vers la droite et un disque de diamantage symétrique se déplace le long de la forme extérieure de la meule décrite en trois parties : flanc droit, flanc gauche et pointe. Les cycloïdes ainsi que les formes à développante peuvent être traitées.

La rectifieuse extérieure est une machine à 8 axes. Très similaire à la rectifieuse intérieure en termes de fonctionnement, elle est équipée d'une meule à entraînement direct. Encore une fois, comme pour la rectifieuse intérieure, elle gère aussi le formage. Cependant, dans ce cas, la forme de l'espace entre les dents peut être réduite en épitrochoïdes ou en involutes.

La correction manuelle de la forme des dents de l'engrenage est possible sur n'importe quelle machine.

Les deux machines sont commandées par des systèmes CNC NUM Flexium+ 68, équipés de pupitres opérateur tactiles NUM FS153i. L'IHM spécifique à l'application, développée conjointement par NUM Taiwan et Chien Wei, contrôle à la fois les cycles de rectification et de formage et permet aux utilisateurs de spécifier complètement le profil d'engrenage requis en entrant les paramètres appropriés. Les fichiers graphiques DXF peuvent être importés et exportés de et vers des systèmes CAO, et l'ensemble dispose d'une base de données complète des meules et des pièces à usiner. Les programmes pièce sont générés de manière entièrement automatique, sans aucune intervention de l'opérateur.

Comme le souligne M. Johnny Wu, directeur commercial de NUM Taiwan, « l'architecture ouverte des plates-formes CNC de NUM, combinée à la volonté de l'entreprise de s'associer à des constructeurs de machines pour développer des solutions spécifiques aux applications, est un facteur clé de différenciation lorsqu'il s'agit de choisir un fournisseur CNC. »



Développée conjointement par NUM Taiwan et Chien Wei, l'IHM spécifique à l'application permet aux utilisateurs de spécifier le profil d'engrenage requis en entrant simplement les paramètres appropriés.

Rectification du profil à développante d'une couronne intérieure sur la nouvelle machine de Chien Wei.

## Réducteurs pour applications robotiques

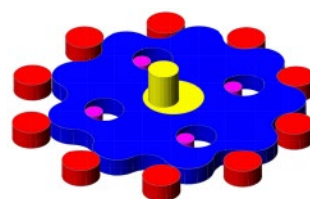
La plupart des systèmes robotiques exigent des mouvements fluides, précis et très fiables à basse vitesse. Dériver ce mouvement d'un moteur qui tourne de façon optimale à, disons, 1000 tr/min implique nécessairement une certaine forme de réducteur de vitesse. Les concepteurs ont généralement le choix entre deux types de réducteurs : les réducteurs planétaires et les réducteurs cycloïdaux.

Les réducteurs planétaires (ou boîtes d'engrenages) utilisent un planétaire au milieu et des engrenages planétaires autour, tous intégrés dans un anneau. Tous les engrenages, y compris la couronne, ont des profils à développante. Ces types de réducteurs sont omniprésents – ils sont utilisés dans une grande diversité d'applications, y compris les voitures et autres véhicules routiers, et sont produits par pratiquement tous les fabricants dans le monde.

L'autre type de réducteur de vitesse est le réducteur cycloïdal. Il n'a pas d'engrenages solaires et planétaires, ce n'est donc pas un engrenage planétaire. Au lieu de cela, un réducteur cycloïde a un ou deux rotors externes au milieu, et un stator interne comme anneau.

Les boîtes de vitesses qui utilisent des engrenages cycloïdes ont très peu de pièces mobiles et sont parmi les réducteurs de vitesse les plus efficaces et les plus fiables actuellement disponibles. Les combinaisons simples stator/rotor peuvent accommoder des rapports allant jusqu'à 300:1 et peuvent fournir des rendements de plus de 93 %.

Les rectifieuses pour engrenages de dernière génération de Chien Wei, intégrant la nouvelle technologie de rectification de profil NUM, permettent désormais aux fabricants d'engrenages de produire à la fois des engrenages cycloïdes et à développante sur la même machine. Cela augmente considérablement la flexibilité de fabrication – la production peut passer d'un type d'engrenage à l'autre sans avoir à changer de machine.



Boîte de vitesses cycloïdale typique.



Réducteur planétaire typique.

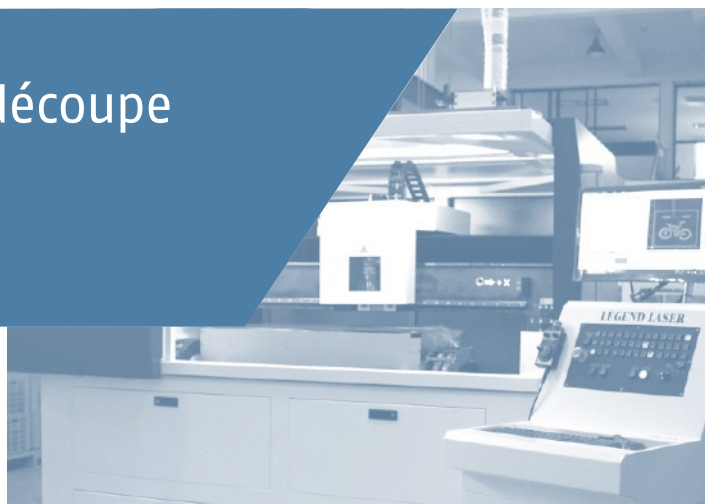


Une couronne intérieure après rectification de profil.

# Flexium+ équipe un système de découpe laser de grande précision



**LEGEND LASER**



Le fabricant taïwanais Legend Laser a développé, en collaboration avec NUM, un système multiaxes unique pour la découpe de précision de pièces en tôle mince. Basé sur la dernière génération de la plate-forme Flexium+, ce système qui combine des moteurs linéaires à hautes performances dynamiques et un laser pulsé à fibre est conçu pour fonctionner 24h/24 et 7j/7 dans un environnement de production standard.

Fondée en 1995, la société Legend Laser est spécialisée dans la conception et la fabrication d'une large gamme de systèmes de marquage laser, de micro-usinage et de traitement de micro-tubes. D'abord centrée sur Taïwan, son marché national, ainsi que sur le marché chinois, l'entreprise s'adresse aujourd'hui à une clientèle mondiale. Son siège social est situé dans le district de Xinzhuang, dans la ville de New Taipei, au nord de Taïwan.

La nouvelle machine de précision SRC-610 est un système à trois axes avec une zone de travail de 1000 x 600 mm sur une hauteur de 150 mm. Il est monté sur un banc composé d'une base en granit massif supportant une structure métallique rigide. Afin d'assurer une coupe nette et éviter toute déformation induite par l'élévation de température des pièces métalliques minces, la puissance de sortie du laser pulsé est entièrement synchronisée avec l'opération de coupe. Ce laser délivre une puissance de sortie de crête de 1,5 kW et peut découper des tôles d'une épaisseur comprise entre 0,02 mm (20µm) et 1 mm, à des vitesses allant de quelques millimètres par seconde à cent millimètres par seconde.

En plus de la découpe de tôle, le SRC-610 permet également la découpe et le perçage de plaques en céramique ou en saphir. Grâce à ses performances dynamiques élevées et à la possibilité de faire varier en continu le niveau de puissance du laser, cet ensemble est capable d'une précision de coupe exceptionnelle avec une tolérance inférieure à 10 microns.



La distance entre la tête de découpe laser et la pièce à usiner est contrôlée avec une grande précision grâce à la fonction 'Opérateurs dynamiques' du logiciel Flexium+.

Les axes X et Y du système, qui contrôlent respectivement le déplacement de la tôle et de la tête de découpe laser, sont capables d'accélération/décélération très élevées de même que d'un positionnement ultra précis. Les deux axes utilisent des moteurs linéaires, entraînés par les variateurs NUMDrive X.

L'axe Z, qui contrôle la position verticale de la tête de découpe laser c'est à dire la distance entre celle-ci et la pièce à usiner, utilise un servomoteur 'Brushless' de la série BHX piloté par un troisième variateur NUMDrive X. Cette distance est contrôlée très précisément pendant tout le processus de découpe, grâce à l'utilisation d'une fonction 'Opérateurs Dynamiques' spécifique gérée par le logiciel de Flexium+. Cette fonction unique offre des moyens de calcul et de communication rapides qui permettent de traiter en temps réel des cycles machine pilotés par événements.



Le nouveau système de découpe laser SRC-610 est équipé de la plate-forme Flexium+ CNC de NUM.

Selon M. Sherman Kuo, Président de Legend Laser, « NUM est maintenant notre fournisseur de CNC de référence. L'architecture ouverte de ses plates-formes simplifie l'intégration des systèmes, tandis que sa capacité et sa volonté à collaborer activement à des projets communs de développement de machines comme celle-ci permettent de réduire considérablement nos délais de mise sur le marché. »

Comme le souligne M. Adrian Kiener, directeur commercial Asie et directeur général de NUM Taïwan, l'assistance technique locale est également un facteur important : « Le siège de Legend Laser se trouve à seulement 150 km des bureaux de NUM à Taichung City. NUM dispose d'un réseau d'experts à Taïwan, en Suisse et dans d'autres endroits stratégiques du monde grâce auquel nous pouvons fournir un service et un soutien très rapides à nos clients à Taiwan ainsi que dans d'autres pays d'Asie. »

NUM fournit à Legend Laser une solution complète pour son système de découpe laser de précision SRC-610. En plus du système CNC Flexium<sup>+</sup> 8 et des variateurs NUMDrive X, cette offre comprend une interface homme-machine (IHM) dédiée à la découpe laser, un programme pièce totalement finalisé et la mise en service du système.



Le nouveau système SRC-610 permet de découper des pièces de tôle complexes avec une précision de plus ou moins 10 microns.

De droite à gauche : M. Sherman Kuo, président de Legend Laser, M. Adrian Kiener, directeur commercial Asie et directeur général de NUM Taïwan, devant le nouveau système de découpe SRC-610 de Legend Laser.

# Solutions CNC Globales dans le monde entier



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

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

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

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

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



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