

L'ATELIER INTELLIGENT

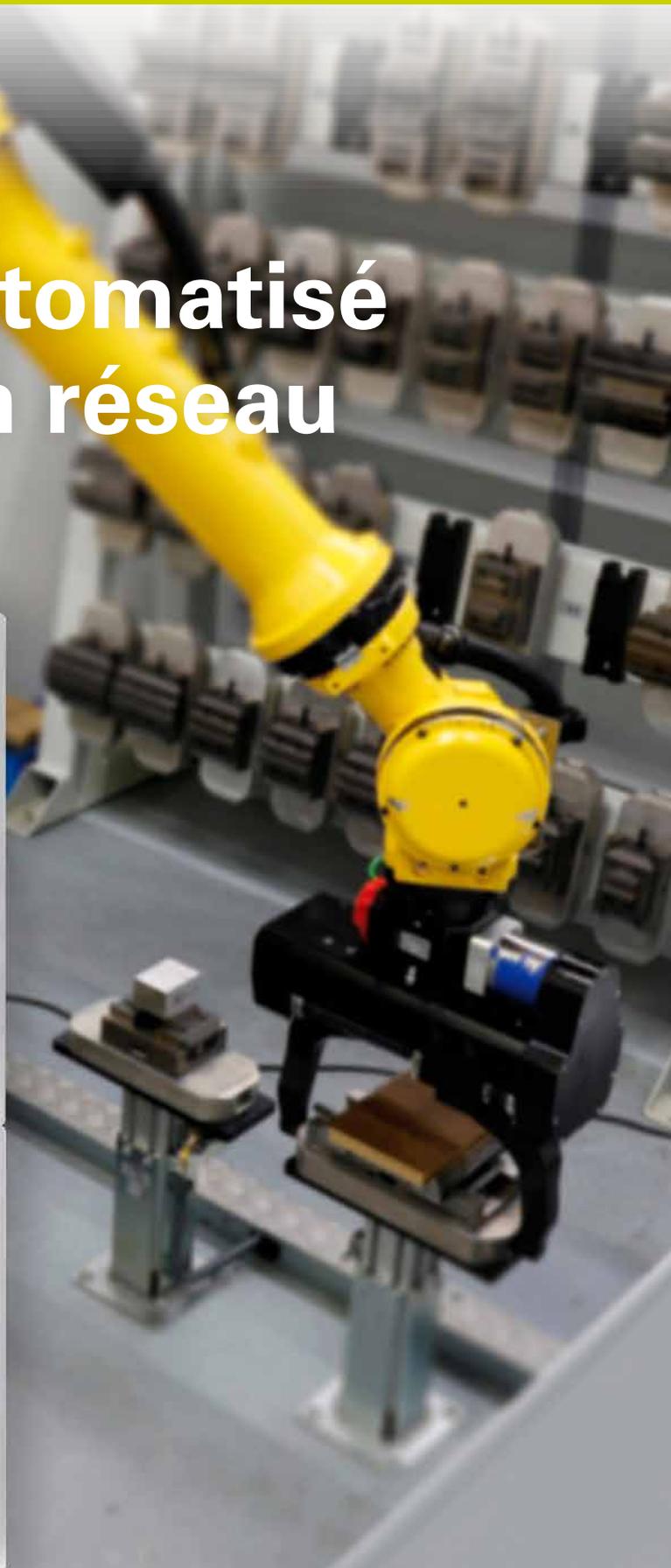
## Un usinage automatisé et connecté en réseau

The control panel features a large screen displaying the 'HEIDENHAIN' interface. The screen shows a table with columns for 'Program', 'Duration', 'End', 'Front tool/Obj', and 'Status'. The table lists various programs and their execution times and statuses.

Program	Duration	End	Front tool/Obj	Status
Pallet: House	21s 34s			✓
Pallet: Pocket	21s 3s			✓
3_Seitenbearbeitung_side_machin...	6s 38s	10:38	✓	✓
2_Haus_house.h	9s 4s	10:46	✓	✓
4_Taschen_pocket.h	6s 16s	10:53	✓	✓
Pallet: Line	10s 4s		✓	✓
4_Steuer1_stamp.h	7s 1s	11:02	✓	✓
5_Winkel2toock_bend.h	7s 4s	11:05	✓	✓
2_Flansch_Flange.h	11s 97s	11:21	✓	✓
Pallet: V	11s 48s		✓	✓
1_Prisse1_prise.h	11s 48s	11:37	✓	✓

Additional information on the screen includes 'Necessary manual intervention: External tool', 'Object: REAMER\_10M7', 'Time: 11:08', and 'Next manual intervention: 59m 43s'. The interface also includes a 'Pallet' section with fields for 'Name', 'Status', 'Change pallet', 'Reference point', 'Loaded', and 'Mechanical'.

The control panel includes a keyboard, a numeric keypad, and various function buttons. There are also two rotary dials and a large red emergency stop button.



# Editorial

## Chers lecteurs,

À l'heure actuelle, "automatisation" et "connexion numérique" sont les maîtres-mots que l'on entend partout, dans les médias spécialisés comme sur les salons. Est-ce faire beaucoup de bruit pour rien ? Ou bien auriez-vous plutôt tout intérêt à être attentif, parce que cela fait déjà longtemps que ce sujet vous intéresse, ou parce que vous allez bientôt devoir, vous aussi, vous mettre à la page ? Quels outils vous faudra-t-il alors maîtriser ?

En mettant au point une solution d'automatisation intelligente, les spécialistes en usinage de Trimatec, près de Münster en Allemagne, ont pour leur part déjà répondu à cette question. Cette société réalise des commandes en série, y compris de pièces unitaires, de manière complètement automatisée, et utilise entre autres l'interface HEIDENHAIN DNC de Connected Machining pour y parvenir.

En outre, nos reportages sur le logiciel StateMonitor et sur une production connectée en réseau vous prouveront en quoi "digitalisation" et "mise en réseau"

peuvent, malgré tout, rimer avec personnalisation. Vous verrez d'ailleurs que vous restez, quoi qu'il en soit, maître de vos données et de votre technique d'utilisation. Ce numéro contient aussi quantité d'informations sur les nouvelles fonctions des TNC, sans oublier le récit captivant d'une entreprise qui n'hésite pas à "casser les codes".

Enfin, HEIDENHAIN FRANCE vous emmènera au Lycée de Cachan où s'est organisée le 4 octobre dernier une journée Portes Ouvertes pour les élèves et les professeurs. A la lumière de PHARE, le Programme HEIDENHAIN d'Accompagnement pour la Recherche et l'Enseignement chacun tire un bilan plus que positif de cette collaboration qui en appelle d'autres.

Nous espérons que notre choix de thèmes vous aidera à opter pour des outils de travail efficaces, qui vous permettront de vous positionner au mieux par rapport à la concurrence.

Bonne lecture !



*Trimatec est parvenu à réaliser un usinage de 6 faces en fraisage, de manière complètement automatisée, y compris sur des pièces unitaires.*



*Un apprentissage interactif sur n'importe quel support avec HIT 3.0*

## Mentions légales

### Editeur

DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH  
Boîte postale 1260  
83292 Traunreut, Allemagne  
Tél : +49 8669 31-0  
HEIDENHAIN sur Internet :  
www.heidenhain.fr

### Maquette

Expert Communication GmbH  
Richard-Reitzner-Allee 1  
85540 Haar, Allemagne  
E-mail : info@expert-communication.de  
www.expert-communication.de

### Rédaction

Ulrich Poestgens (resp.),  
Judith Beck, Frank Muthmann  
Klartext sur Internet :  
www.klartext-portal.com

### Crédits photos

Toutes les photos :  
© DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH



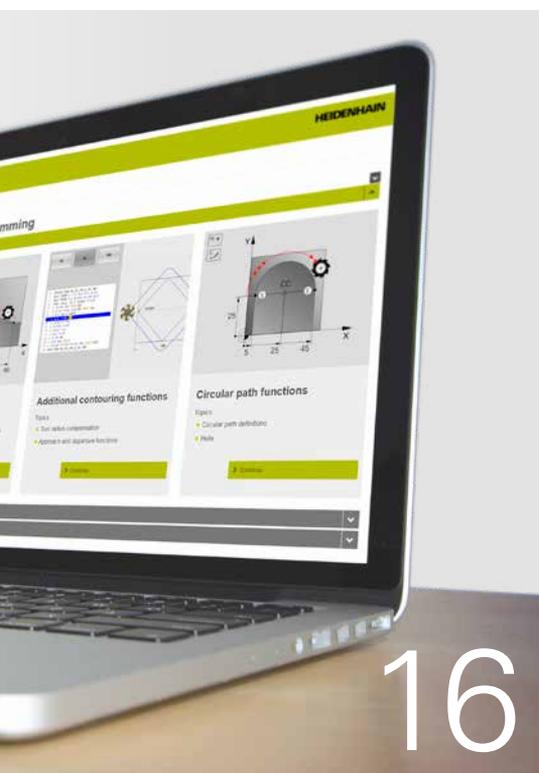


04

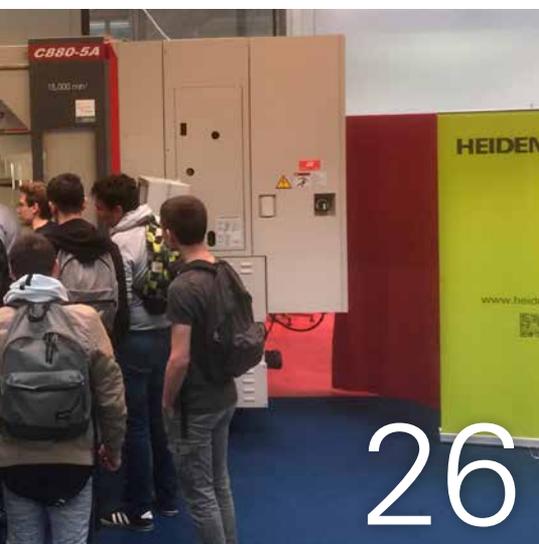
# Klartext

68 + 11/2018

## Sommaire



16



26

**L'usinage de pièces unitaires en série, sans temps de dégauchissage** 4  
Une automatisation intelligente chez Trimatec

**Une fenêtre sur l'atelier** 8  
StateMonitor : acquisition et visualisation des données machines

**Technique de mise en réseau** 10  
"Connected Machining" dans la pratique

**Entrée dans la troisième dimension** 13  
La nouvelle visionneuse de CAO pour données 3D

**L'usinage d'engrenages : un processus simplifié** 14  
De nouveaux cycles pour venir à bout de processus complexes

**Ça c'est un HIT !** 16  
Apprendre de manière interactive avec HIT 3.0

**Les anti-conformistes** 18  
L'utilisation à peine croyable que LTN Servotechnik fait d'une TNC 620

**Forces d'entraînement** 22  
L'influence des moteurs d'axes sur la précision et la qualité de surface

**Précis par tradition** 24  
La mesure de positions en boucle fermée et le train à grande vitesse Shinkansen

**L'enseignement à l'honneur avec HEIDENHAIN FRANCE** 26  
Récit d'une journée Portes Ouvertes au Lycée de Cachan

# L'usinage de pièces unitaires en série, sans temps de dégauchissage

En collaboration avec Fastems et HEIDENHAIN, la société Trimatec a pu mettre au point une solution d'automatisation intelligente dans son environnement de production.

*Des usinages réalisés en fraisage sur 6 faces de manière complètement automatisée, même pour des pièces unitaires : voilà ce à quoi devrait ressembler la production de Trimatec à l'avenir. Grâce à leur persévérance, mais aussi grâce à leur grande et précieuse expérience pratique et à l'aide des spécialistes en automatisation de Fastems, les opérateurs de machines expérimentés de cette société basée près de Münster en Allemagne, ont su faire de leur vision une réalité. Ainsi, deux machines DMC 60 H équipées de la nouvelle commande HEIDENHAIN se sont vues dotées d'un système de stockage rotatif vertical. Ce dernier est approvisionné par un robot qui gère même le serrage des pièces brutes et semi-finies.*

Oliver Schöning, Responsable de production chez Trimatec résume ainsi l'idée d'une solution automatisée : "Notre vision est celle d'une production dans laquelle plus aucun collaborateur ne doit intervenir manuellement, par exemple pour tourner la pièce à la main en vue d'usiner la sixième face". A cela, Carlos Beja, Directeur d'usine, ajoute : "Nous sommes aujourd'hui à la fois ca-

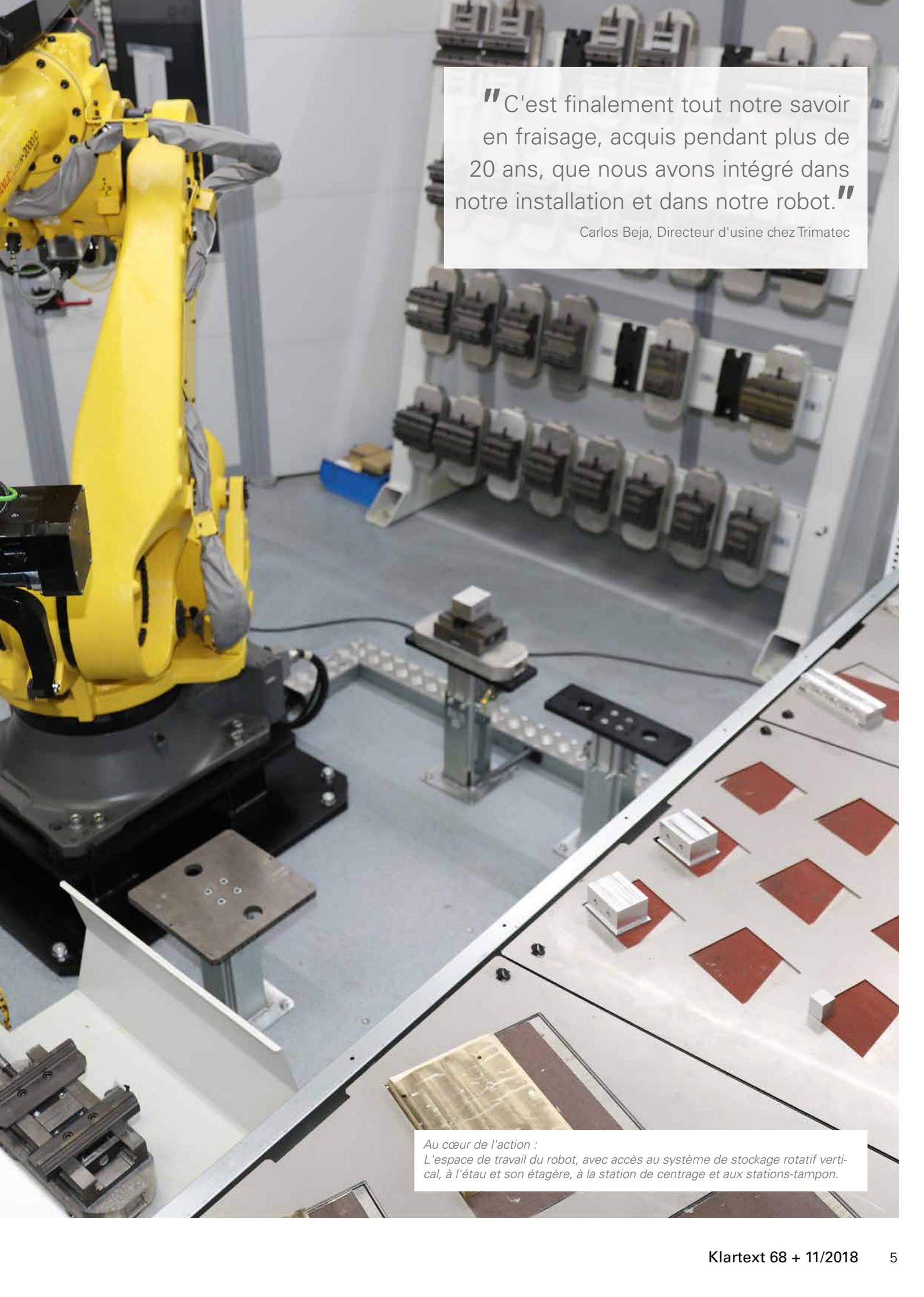
pables d'honorer la plus grande diversité de commandes qui soit en une seule nuit, même s'il s'agit de pièces unitaires, et d'octroyer encore de bonnes heures de travail à nos collaborateurs, sans faire les trois-huit." On peut dire qu'il s'agit là d'un nouvel idéal en matière d'usinage ! Mais comment la société Trimatec est-elle parvenue à cela ?

## L'automatisation ne commence pas avec un robot.

"Notre installation n'est pas née il y a deux ou trois ans : à cette époque-là, nous avons seulement amorcé une phase de transition. En vérité, nous nous sommes attaqué au sujet de l'automatisation bien plus tôt encore", explique Carlos Beja pour décrire ce long processus. Ce dernier résume d'ailleurs ainsi les expériences que Trimatec a faites dans le cadre de son projet : "L'automatisation ne commence pas avec un robot : elle se parachève avec. Le robot n'a un intérêt que si tous les autres devoirs ont été correctement accomplis en amont".

Parmi ces devoirs que Trimatec a dû accomplir, on trouve principalement la maîtrise parfaite du processus de fabri-





"C'est finalement tout notre savoir en fraisage, acquis pendant plus de 20 ans, que nous avons intégré dans notre installation et dans notre robot."

Carlos Beja, Directeur d'usine chez Trimatec

*Au cœur de l'action :  
L'espace de travail du robot, avec accès au système de stockage rotatif vertical, à l'étau et son étagère, à la station de centrage et aux stations-tampon.*

cation. "Avant d'envisager une automatisation, vous devez vous assurer que tous les programmes fonctionnent bien en mode manuel normal, que vous connaissez bien vos outils, que vous maîtrisez le processus de surveillance de l'outil, que le serrage de l'outil se fait parfaitement, que vous avez bien en main le nettoyage des pièces et des palettes, etc." C'est ainsi que Carlos Beja récapitule cette longue phase d'apprentissage.

Mais comment fonctionne la solution d'automatisation de Trimatec en pratique ? Quiconque se trouve face à l'installation sera surtout frappé par l'immense système de stockage rotatif vertical qui, avec ses 17 tiroirs, offre de la place pour 374 pièces. Les tiroirs sont eux-mêmes compartimentés pour accueillir des pièces de différentes tailles, allant de 110 x 120 mm à 250 x 280 mm, pour une hauteur maximale de 80 mm. A gauche du système de stockage rotatif vertical se trouve un PC de supervision qui pilote l'ensemble de l'installation. Le robot occupe quant à lui une position centrale, derrière le système de stockage vertical. Autour de lui sont regroupés, en plus du système de stockage automatisé, les deux machines DMC 60 H, l'étau pour le serrage des pièces, l'étagère de l'étau,

une station de centrage, une station de retournement et deux stations-tampon pour les pièces pré-serrées – le tout à portée de main du robot, qui effectue son travail en toute autonomie.

### Chez Trimatec, une journée compte 32 heures de productivité.

Oliver Schöning fait état des chiffres de l'installation : "Avec une telle constellation, notamment grâce aux 374 emplacements de pièces dans le système de stockage rotatif vertical et aux 243 emplacements d'outils dans chacune des deux machines, nous sommes capables de réaliser des usinages sur six faces pendant 72 heures, sans interruption, le tout sur 374 pièces individuelles différentes si nécessaire." Carlos Beja complète : "Au cours d'une journée normale de 8 heures, l'opérateur de la machine peut être amené à équiper l'installation, à saisir des commandes, à s'assurer que les outils nécessaires sont bien installés sur les deux machines, et que celles-ci ont suffisamment de liquide de coupe, mais aussi à effectuer les travaux d'entretien nécessaires. Ensuite, et parfois même déjà pendant ce temps

là, chaque machine est productive pendant au moins 16 heures. Avec notre principe d'automatisation, un homme peut comptabiliser à lui seul 32 heures de temps d'usinage", ou bien profiter d'un week-end de détente tout en étant hautement productif.

Avec les diverses informations et les différents outils utiles qu'il met à disposition, le PC de supervision prévu pour l'automatisation est quant à lui d'une grande assistance. Ce PC fait en effet bien plus que seulement piloter le robot et le système de stockage rotatif vertical. Tout le système d'automatisation repose en fait sur un réseau indépendant du réseau de l'entreprise. Le PC de supervision lance alors des requêtes cycliques pour récupérer les données relatives aux commandes, mais aussi les programmes CN qui se trouvent dans un répertoire du réseau. Le logiciel FastWizard de Fastems se base ensuite sur ce paquet de données pour générer la commande. Le PC de supervision vérifie une nouvelle fois que tous les outils requis sont disponibles, que leur durée d'utilisation est suffisante et que les pièces brutes ou semi-finies nécessaires sont elles aussi disponibles en quantité suffisante. Il donne également un aperçu de la durée d'exécution des commandes prévues et des dates/heures de début prévisionnelles. S'il manque des ressources, le PC de supervision ne lance pas la commande. A la place, il passe automatiquement à l'entrée suivante dans la liste de commandes et émet, évidemment, une information à destination de l'opérateur, de manière à ce que celui-ci sache pourquoi la commande a été sautée et ce qu'il lui faut faire pour remédier à cette situation. Quant à l'opérateur, il peut intervenir à tout moment et modifier manuellement les priorités, pour que les commandes les plus urgentes, par exemple des commandes de pièces de rechange, puissent être avancées.

### Partage des tâches entre les machines

Les outils standards disponibles sur les deux machines autorisent toutefois une certaine flexibilité : si les capacités le permettent, le PC de supervision peut tout



Solides partenaires d'une solution d'automatisation innovante : Oliver Schöning de Trimatec et le Chef de projet de Fastems, Johannes Louven, devant la commande TNC 640 d'une des deux machines DMC automatisées.

à fait répartir lui-même les commandes entre les deux machines, même si cette répartition est différente de ce qui avait été initialement prévu, dans la mesure où il s'agit d'opérations standards et où l'équipement en outils le permet. Obtenues par un processus d'étalonnage spécialement configuré en vue de l'automatisation, les données des outils disponibles sur les machines sont directement transmises au PC de supervision et aux commandes numériques.

Les pièces sont également soumises à un processus d'étalonnage avec un palpeur, pour compenser les imprécisions dues à l'opération d'usinage et ainsi satisfaire à l'exigence de précision au centième près. Pour cela, Trimatec a recours aux cycles de palpation de la commande TNC.

Les programmes de FAO de l'installation proviennent du service de planification de la production, où ils ont été complètement simulés sur une machine virtuelle avant d'être transmis. En ajoutant cette étape, Trimatec s'assure ainsi au préalable que les étapes de travail du processus d'automatisation se dérouleront parfaitement. En effet, dans la mesure du possible, dès lors qu'un projet automatisé est lancé, plus aucune intervention ne doit être nécessaire.

Le programme d'usinage inclut également un en-tête de programme qui contient des données utiles aux commandes du robot : 27 paramètres au total qui permettent une parfaite maintenance des pièces. Outre les dimensions et le poids de la pièce, on y trouve aussi la force de préhension maximale du robot, ainsi que la force de serrage maximale de l'étau.

## Chez Trimatec, on mise sur les commandes HEIDENHAIN.

Même si toute l'installation est pilotée par le poste de supervision et que personne ne travaille directement sur les commandes numériques, Trimatec a rapidement su quel type de commande utiliser pour ses machines dans le cadre de sa solution automatisée. "Dès le départ,



Le Responsable de production de Trimatec, Oliver Schöning, nous détaille le principe de gestion des commandes à l'écran du PC de supervision.

nous avons su qu'il fallait que les deux commandes DMC soient équipées de commandes TNC", confie Carlos Beja.

Oliver Schöning ajoute : "Pour nous qui travaillons dans le secteur du fraisage, secteur dans lequel presque tous les programmes proviennent de systèmes de CFAO, le fait de choisir un même type de commande numérique présente l'avantage d'une interface unique et donc d'un seul post-processeur, ce qui permet d'améliorer la sécurité du processus au moment de générer les programmes CN. En plus, nous nous servons des cycles HEIDENHAIN pour créer nos programmes." Carlos Beja invoque un autre argument intéressant : "Lorsque nous cherchons à recruter pour renforcer notre équipe, nous n'avons pas beaucoup de mal à trouver du personnel spécialisé et hautement qualifié, car les commandes HEIDENHAIN sont largement répandues dans les applications exigeantes. Ce sont donc autant de gens dotés d'un grand savoir-faire qui ont été formés sur ces commandes et/ou qui bénéficient d'une grande expérience en la matière."

Côté Fastems, le Chef de projet Johannes Louven, chargé de connecter les commandes HEIDENHAIN avec le PC de supervision, via l'interface HEIDENHAIN DNC, et avec la machine via PROFINET, se réjouit d'y être parve-

nu sans aucun problème, contrairement à d'autres projets : "Les interfaces de la commande HEIDENHAIN sont assorties de documents fiables et de descriptifs qui montrent très bien ce qui est effectivement physiquement présent sur la commande. Ce n'est malheureusement pas souvent le cas pour tous les projets. Nous avons aussi bénéficié d'une très bonne assistance de la part de HEIDENHAIN pour clarifier des points de détails et venir à bout d'adaptations propres à l'application. Nous avons rapidement pu être en contact direct avec les services de développement et avons ainsi profité de la meilleure prise en charge possible et d'un large savoir-faire. Nous n'avons donc rencontré aucune difficulté pour établir la communication entre l'interface HEIDENHAIN DNC et le PC de supervision, par l'intermédiaire de notre logiciel FastWizard."

Depuis le milieu de l'année 2017, cette solution d'automatisation est totalement productive. L'équation du succès chez Trimatec revient donc à la formule suivante : huit heures de productivité en plus chaque jour + des options d'usinage automatisées très flexibles pour des pièces complexes même unitaires = des clients satisfaits + des collaborateurs détendus. Voilà un bel exemple de réussite !



Le logiciel StateMonitor vous aide à avoir une rapide vue d'ensemble de l'état de plusieurs machines.

## Une fenêtre sur l'atelier

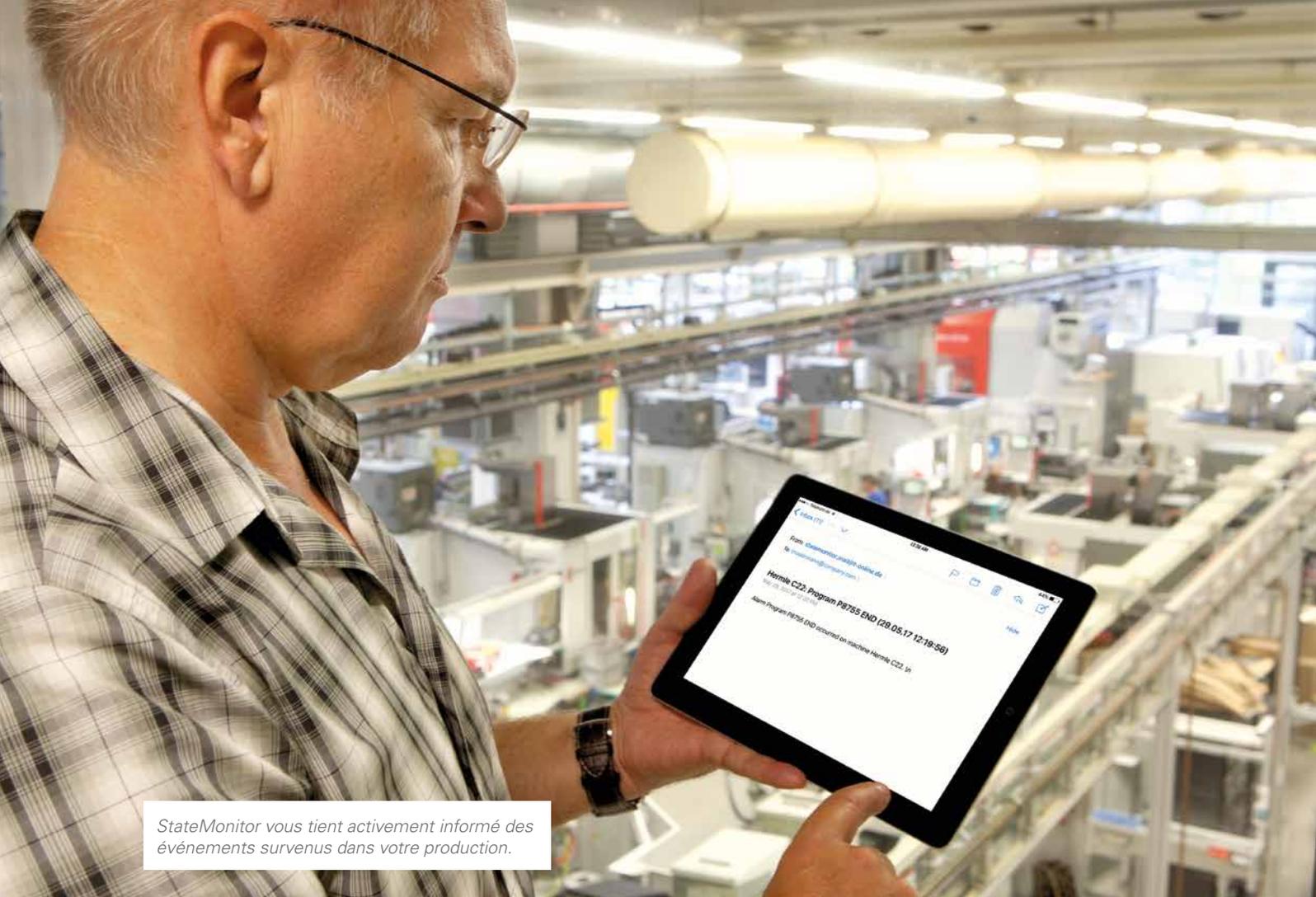
StateMonitor permet d'acquérir et de visualiser des informations importantes sur les machines – depuis peu, quel que soit le type de machine ou de commande.

*Les temps changent : avant, le lèche-vitrines était, côté privé, le meilleur moyen de se tenir au courant des nouveautés et des dernières tendances.*

*Aujourd'hui, c'est sur l'écran de nos PC, de nos tablettes et de nos smartphones que nous allons chercher ces informations en ligne. Grâce à des options de comparaison et d'évaluation, ces supports nous aident aussi à choisir l'offre qui nous convient le mieux. Vous vous demandez ce que cela peut bien avoir affaire avec vous, votre travail et HEIDENHAIN ? Justement, bien des choses...*

Comme dans beaucoup d'entreprises, en tant qu'employé de production, vous avez pour tâche d'effectuer une ronde régulière dans le hall des machines. C'est là l'occasion de vous informer de l'état actuel des choses : commandes en cours, avancement de l'usinage, changements d'outils nécessaires, taux de remplissage des collecteurs de copeaux et des réservoirs de liquide de coupe, stock de pièces brutes, nombre de pièces qui ont fini d'être usinées sur la machine, et bien plus encore.

Mais il est en fait possible de s'épargner bon nombre de ces allées et venues car ces informations peuvent vous parvenir directement, dans le cadre d'une production 100 % numérique. Pour cela, il faut que vos machines soient intégrées au réseau de votre entreprise, par exemple via Connected Machining, mais aussi que vous disposiez d'un logiciel intelligent, qui soit capable de recueillir toutes les données requises et de vous les mettre graphiquement à disposition pour avoir un œil sur l'atelier : ce logiciel, c'est StateMonitor.



*StateMonitor vous tient activement informé des événements survenus dans votre production.*



**HEIDENHAIN**  
StateMonitor

+ Votre lien direct à StateMonitor :  
[www.klartext-portal.com/fr/logicielspourpc/state-monitor](http://www.klartext-portal.com/fr/logicielspourpc/state-monitor)



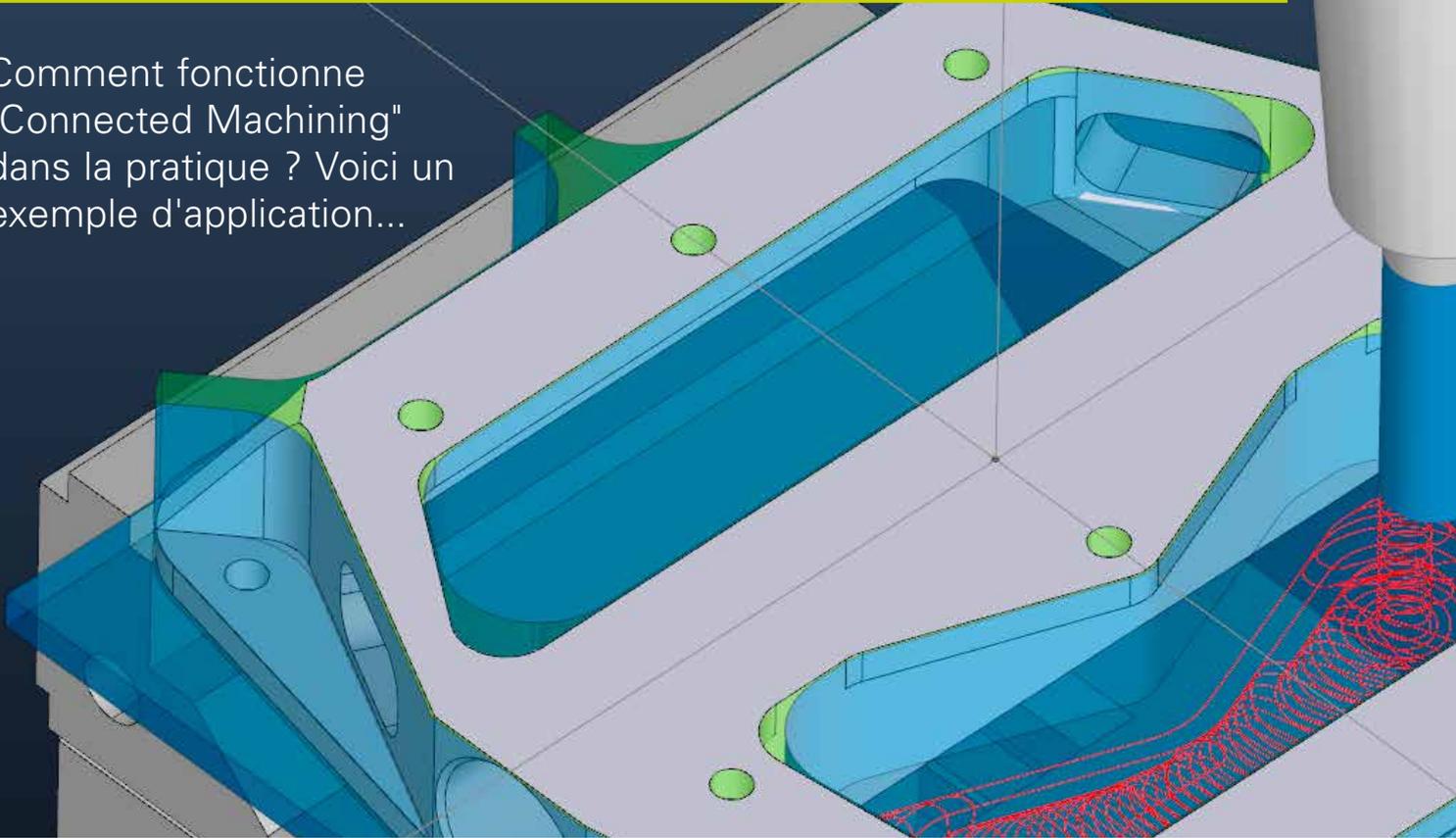
StateMonitor vous prodigue en effet une vue sur l'état de chacune de vos machines, en temps réel, même si elles ne sont pas équipées d'une commande HEIDENHAIN. Vous pouvez connecter n'importe quelle machine à partir du moment où celle-ci dispose d'une des interfaces suivantes : HEIDENHAIN DNC, OPC-UA, MTConnect ou Modbus. Selon l'interface et la commande qui équipent vos machines, vous pourrez ainsi consulter l'état du mode de fonctionnement, le programme, les notifications des machines et le réglage des potentiomètres.

Avec StateMonitor, ces données peuvent être rapidement et facilement évaluées et exploitées, pour accroître votre efficacité et votre productivité. Cette acquisition et ce feedback des données des commandes vous permet en outre d'analyser vos données machines par rapport à chaque commande. Dans tous les cas, ce qui est important, c'est que vous restez maître de vos données. En effet, c'est vous qui configurez le logiciel StateMonitor de manière complètement personnalisée, selon vos souhaits et vos besoins, dans votre propre environnement de production.

Vous déterminez aussi les emplacements de sauvegarde comme bon vous semble et vous mettez les données à disposition des systèmes de gestion des processus industriels (MES) et des ressources de l'entreprise (ERP). En clair, c'est StateMonitor qui s'adapte à vos besoins, et non l'inverse.

# Technique de mise en réseau

Comment fonctionne "Connected Machining" dans la pratique ? Voici un exemple d'application...



*"Digitalisation", "production en réseau", "usine intelligente" : voici quelques-uns des mots-clés utilisés en illustration des thèmes qui se trouvent actuellement au cœur des préoccupations des entreprises de production. Nous souhaitons vous montrer ici comment nous percevons cette problématique et quelles solutions nous proposons avec "Connected Machining", à l'appui d'un exemple : la fabrication d'une pédale de vélo.*

A quoi pourrait ressembler une production au sein de laquelle toutes les étapes, de la conception à la pièce finie, sont interconnectées par voie numérique via "Connected Machining" ? A première vue, il ne s'agit pas d'une production différente d'une autre, car tous les acteurs sont les mêmes. Seul le flux de données entre les différents postes de travail est transmis sans papier, par voie 100 % numérique. Dans le cas de "Connected Machining" avec une commande HEIDENHAIN, c'est la commande numérique qui se trouve au cœur de l'atelier, à la croisée des flux de communication.

**En règle générale, les acteurs de cette interconnexion sont les suivants :**

- le bureau d'études avec la programmation FAO et la simulation
- la préparation et l'approvisionnement des outils
- l'atelier avec la machine-outils et la commande HEIDENHAIN
- le contrôle-qualité
- la logistique d'approvisionnement des pièces brutes et des outils
- la logistique de livraison pour l'expédition des produits finis
- la planification et la gestion des commandes





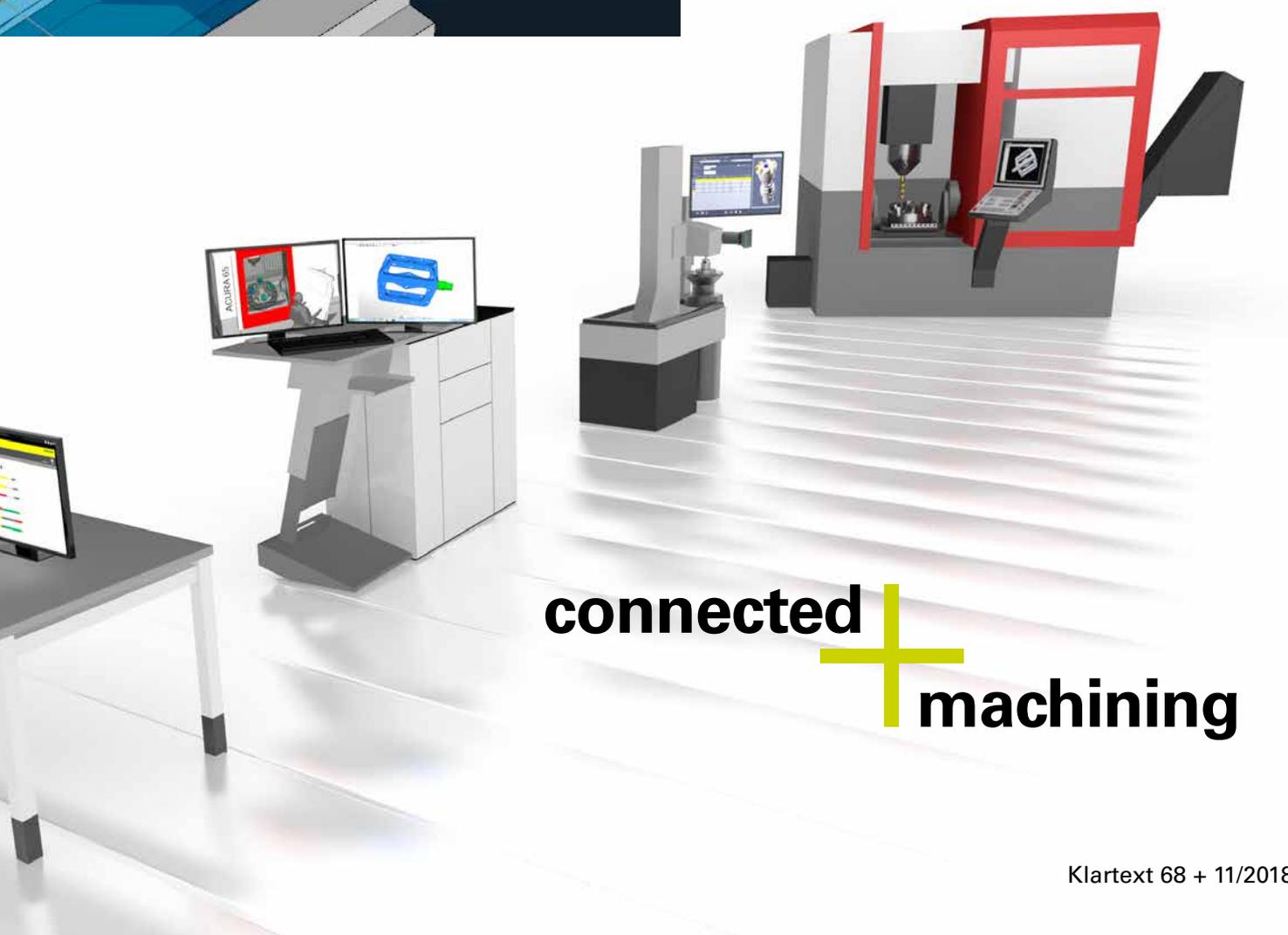
Avec "Connected Machining", toutes les étapes du processus sont interconnectées sous forme de réseau numérique, de la conception à la production, en passant par la simulation.

## Au cœur du réseau numérique : La commande HEIDENHAIN

Intéressons-nous à notre exemple de production interconnectée au sein d'un réseau numérique, en commençant par là où la véritable valeur ajoutée est générée : l'atelier. Sur la palette à proximité de la machine se trouvent des pièces brutes, serrées en vue d'un usinage imminent. Mais, en tant qu'opérateur de la machine, comment pouvez-vous savoir ce qu'il faut faire ?

Vous recevez habituellement une chemise ou une pochette de commandes contenant toutes les informations possibles, imprimées sur plus ou moins de papiers : dessins, listes de pièces, listes d'outils, échéances, etc. Puis vous vous mettez au travail, le plus souvent en commençant par aller à la pêche aux informations, car il très rare que les documents qui vous sont mis à disposition soient triés de telle manière qu'un simple coup d'œil suffise à relever les données pertinentes pour l'usinage.

Au sein d'une production mise en réseau numériquement avec "Connected Machining", vous n'avez plus besoin de porte-documents : la commande, une TNC 640 par exemple, vous permet d'accéder directement, depuis l'atelier, à toutes les données de l'entreprise qui sont pertinentes pour l'usinage et qui sont, en plus, interconnectées entre elles.



**connected** + **machining**

## Echange direct : Données de conception et programme CN

L'option "Remote Desktop Manager" de HEIDENHAIN vous permet d'accéder directement au système de FAO depuis la commande HEIDENHAIN. Quant au système de FAO, il exploite les informations que contient la base de données d'outils pour la création du programme.

## Toujours au courant : La planification des commandes

Vous pouvez utiliser la fonction "Batch Process Manager" de la TNC 640 pour planifier l'exécution de votre commande de fabrication sur la machine. Les programmes CN et la position de serrage des pièces sur la palette deviennent alors fonction de la commande concernée. "Batch Process Manager" vous fournit en outre des informations sur la durée d'exécution de l'usinage. Vous pouvez alors exploiter ces données pour, par exemple, planifier la suite logistique des pièces finies ou encore l'exécution des commandes suivantes sur la machine.

## Toutes les informations à disposition : Les outils et les données d'outils

Le magasin contient des outils qui ont déjà été étalonnés. Ceux-ci sont identifiables de manière univoque sur le porte-outils, grâce à un code. Au moment d'équiper le magasin d'outils, vous scannez confortablement cet identifiant à l'aide d'un lecteur. La TNC 640 sait alors immédiatement quels outils sont disponibles sur la machine et ces données sont directement transmises au système de gestion, par Ethernet.

Par mesure de sécurité, la commande vérifie automatiquement que les outils utilisés dans le programme CN sont bien présents sur la machine, suite à quoi elle émet un signal de retour pour indiquer ceux qui manquent et donner la durée d'exécution estimée pour l'usinage. Vous pouvez faire en sorte de recevoir une liste des différences d'outils qui fait uniquement état de ceux à installer en plus.

*La pièce finie :  
une pédale de vélo pour VTT*



## Connecté et dans les temps : Les nouvelles commandes d'outils

Les données du service de planification des commandes et celles qui proviennent du service en charge de la gestion des outils sont confrontées, de manière à définir les nouvelles commandes à passer. Le service d'approvisionnement en outils a ainsi immédiatement connaissance des unités à commander en plus. Ce même service peut d'ores et déjà s'appuyer sur les données de gestion pour préparer et mesurer les nouveaux outils sur le banc de pré-réglage.

D'ailleurs, les données concrètes de réglage sont dans ce cas retournées au service de gestion et les outils ainsi pré-réglés reçoivent un code d'identification univoque sur le porte-outils. Enfin, le programme de FAO ainsi que la machine virtuelle ont à leur tour accès à ces données précises.

## Des processus en perpétuelle amélioration : L'assurance qualité

A la fin, une mesure automatique de la pièce sur la machine vous fournit toutes les données importantes pour l'assurance qualité. Vous pouvez alors vous servir de la commande numérique pour simplement archiver ou directement exploiter ces données. Les données sont évidemment disponibles de manière centralisée pour tous les autres systèmes, ce qui signifie que vous pouvez continuer d'optimiser chaque maillon de la chaîne de processus, du programme CN aux outils.

# Entrée dans la troisième dimension

Cela fait près de dix ans que vous pouvez, en tant qu'utilisateur, ouvrir des fichiers de dessin DXF directement sur votre commande TNC pour en extraire des données à mémoriser dans votre programme CN. La fonction "CAD Viewer" s'ouvre aujourd'hui à la troisième dimension.

*Le format DXF a pendant longtemps été un standard pour l'échange de données de conception en 2D. Mais, comme au cinéma où les films 3D sont entre-temps devenus la nouvelle norme, le travail de conception se fait de nos jours principalement avec des modèles 3D. Enfin, les modèles 3D facilitent considérablement la représentation de pièces complexes. Il est donc logique que HEIDENHAIN se mette à la page et prépare la commande TNC à accueillir des données de CAO en trois dimensions.*

Pour travailler avec des données 3D, les commandes TNC proposent la fonction "CAD Viewer", qui fait notamment partie intégrante des fonctions standards de la TNC 640 depuis la version -05 du logiciel. Avec elle, vous pouvez ouvrir et visualiser des données au format STEP, IGES et DXF directement sur la

commande pour, par exemple, vérifier les cotes d'un dessin si vous avez un doute, ou encore ouvrir des dessins modifiés sur la commande pour en contrôler les données. En tant qu'extension de "CAD Viewer", la fonction "CAD Import" (option 42) permet de mémoriser confortablement, à partir de la version -08 du logiciel, des données issues des mêmes formats précédemment mentionnés, directement dans le programme CN.

**L'option "CAD Import" vous assiste lors de vos programmations orientées par rapport à la pièce.**

Vous pouvez en effet transférer les contours et les positions issus d'un modèle de données 3D dans le programme CN, que ce soit sur la commande ou sur un poste de travail HEIDENHAIN. La nouvelle fonction "CAD Import" prend

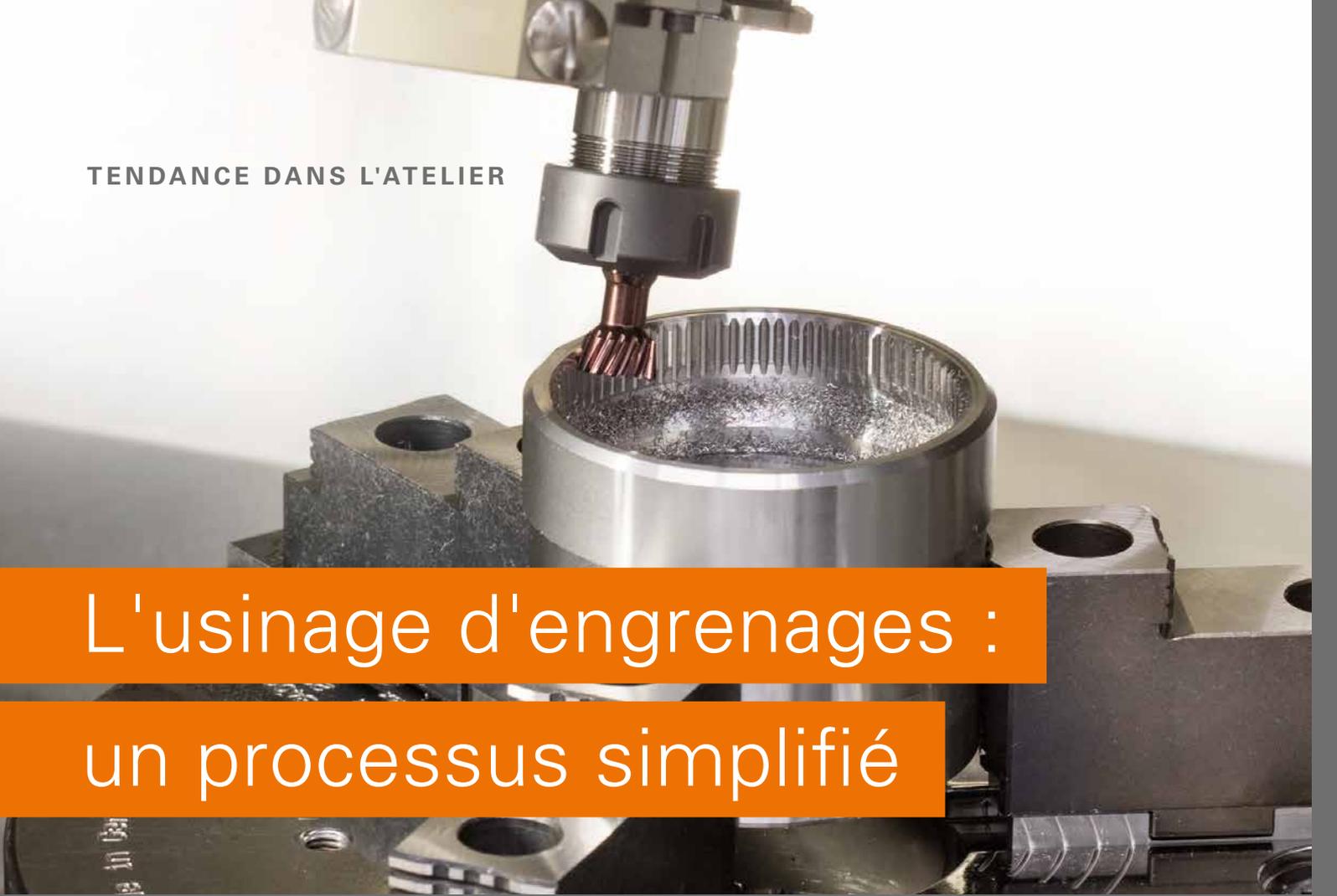
pour cela en charge les formats STEP et IGES qui sont largement répandus. En utilisant des modèles 3D, vous n'avez plus besoin de générer des fichiers DXF en étape intermédiaire. Outre la reprise des contours et des positions, "CAD Import" vous permet également de définir un point zéro et un plan d'usinage incliné. Pour les contours de tournage aussi, il s'avère utile de pouvoir aligner librement le système de coordonnées lorsque le dessin n'a pas été créé en tenant compte de la situation d'usinage.

"CAD Viewer" et notamment son extension, "CAD Import", sont des outils efficaces pour la programmation en atelier. Non seulement la programmation est plus rapide, mais la reprise des données se fait aussi de manière bien plus fiable. En programmant dans l'atelier, directement au pied de la machine, c'est en même temps tout votre savoir-faire en tant qu'utilisateur de TNC que vous valorisez dans le programme CN.



*Les données 3D d'une pièce complexe, comme celle de ce support de guidon de VTT par exemple, peuvent être directement reprises dans le programme CN.*





# L'usinage d'engrenages : un processus simplifié

Le "Power Skiving" est la dernière tendance pour l'usinage de dentures intérieures. De nouveaux cycles simplifient considérablement la programmation de processus complexes.

*Pour bon nombre d'opérateurs en usinage, la fabrication d'engrenages constitue une véritable difficulté, un domaine réservé aux spécialistes. Trois nouveaux cycles dédiés à l'usinage d'engrenages haut de gamme sont désormais disponibles sur la TNC 640 et viennent changer la donne. Vous pouvez maintenant recourir au taillage de dentures (hobbing) ou au Power Skiving pour usiner intégralement, en un seul serrage, des dentures droites, obliques ou à chevrons. Pour cela, le logiciel vous permet de recourir aussi bien au mode Fraisage qu'au mode Tournage.*

Il existe des millions d'engrenages intérieurs et extérieurs cachés, notamment dans tout type de véhicule. Du vélo à l'engin de chantier, du système d'entraînement à pédale assisté par un moteur électrique au puissant système d'entraînement hydraulique des grosses machines : pour que tout fonctionne bien, il faut que les roues dentées des moyeux et des réducteurs s'engrènent parfaitement. Les engrenages sont souvent fabriqués sur des machines spéciales, car les étapes de desserrage et de resserrage des pièces prennent beaucoup de temps. Les procédés classiques pour l'usinage des roues dentées sont d'ailleurs des processus très longs. Le fait de pouvoir réaliser ces mêmes usinages en un seul serrage, avec les cycles d'engrenages dynamiques d'une machine pilotée par une commande TNC permet un gain considérable en temps, en efforts et en coûts.

## Facilité de programmation de mouvements complexes

Le nouveau cycle 287 "Power Skiving" vous assiste lors de la programmation des processus de skiving complexes. Il vous suffit de renseigner les données de géométrie de l'engrenage et de prédéfinir les outils à utiliser. La TNC 640 s'occupe de tous les autres calculs et notamment de la complexe synchronisation des mouvements. La fabrication de dentures intérieures revient ainsi à une simple opération de programmation standard.

Si cette procédure de "pelage", aussi appelée "skiving" est si populaire, cela s'explique par son niveau d'efficacité et de productivité, plus élevé qu'un mortaisage traditionnel. Ce sont les nouvelles technologies d'outils et l'asservissement dynamique des mouvements de

la TNC 640 avec deux broches qui ont permis de venir à bout de ces processus complexes avec le skiving. Pour cela, il faut simplement que la machine soit dotée d'une broche de pièce capable d'atteindre une certaine vitesse en rotation et que la synchronisation des broches soit configurée en conséquence.

## Le taillage d'engrenage simplifié

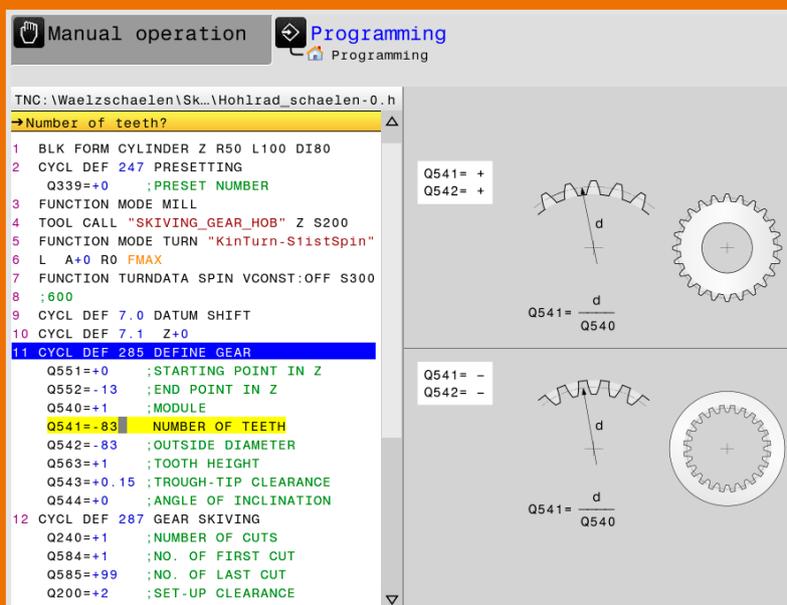
Avec son cycle 286 "Taillage d'engrenage", comme pour le skiving, la TNC 640 vous facilite la tâche en générant le programme sur la base de la géométrie de l'outil et de la définition de l'engrenage. Ce procédé de fraisage d'engrenages, aussi appelé "hobbing", est essentiellement adapté pour l'usinage de dentures extérieures. Avantages : il permet d'atteindre une productivité élevée et de réaliser une grande diversité de formes de dents avec des outils relativement simples.

## Une définition unique pour un usage multiple

Le cycle 285 "Définition d'engrenage" sert de base aux nouveaux cycles d'engrenages. Comme son nom l'indique, son seul objectif est de définir la géométrie de la denture. Vous n'avez ainsi à définir la géométrie qu'une seule fois : toutes les étapes d'usinage que requiert le processus de fabrication, par exemple l'ébauche et la finition, se référeront ensuite à cette définition.

## Retrait de l'outil optimisé pour plus de sécurité

Outre la facilité de programmation, l'aspect sécurité constitue un autre avantage de ces nouveaux cycles. Pour éviter tout dommage en cas d'interruption de programme imprévue, par exemple suite à une coupure de courant, les cycles 286 et 287 assurent un retrait optimisé de l'outil. Ces cycles se chargent alors de déterminer automatiquement le sens et la course de retrait de l'outil par rapport à la pièce.



Seules quelques informations sur l'engrenage et l'outil suffisent pour la programmation.

## ⚙️ Power skiving

Procédé d'usinage de dentures extérieures, mais surtout de dentures intérieures, sur des machines avec des broches synchronisées.

### Avantages :

- Usinage de l'ensemble de la pièce en un seul serrage
- Pas de machines spéciales requises
- Pas de changement de machines, donc un gain en temps et en qualité

## ⚙️ Taillage d'engrenage (hobbing)

Procédé d'usinage de dentures extérieures, plus rarement de dentures intérieures. Les mouvements synchrones requis entre la broche de l'outil et celle de la pièce peuvent être réalisés soit mécaniquement par le biais d'engrenages d'accouplement, soit électriquement par un couplage réalisé via la commande numérique.

### Avantages :

- Réalisation d'une grande variété de formes de dentures, même complexes
- Large éventail d'outils standards, outils d'usinage spéciaux simples
- Procédure de fabrication très productive

## ⚙️ Retrait (ou "lift-off")

Ce terme désigne la technique contrôlée, et sans risque de collision, qui permet d'éloigner l'outil et sa broche de la broche de la pièce, en cas d'interruption imprévue du programme.

### Avantages :

- Dommages évités sur la pièce, l'outil et la broche
- Poursuite immédiate du processus d'usinage interrompu, après redémarrage
- Procédure automatique ne nécessitant aucune intervention manuelle



## Ça c'est un HIT !

Apprendre de manière interactive avec HIT 3.0, la nouvelle génération de "HEIDENHAIN Interactive Training"

*"HEIDENHAIN Interactive Training", ou HIT, est le concept d'apprentissage multimédia qui permet de se familiariser avec la programmation CN des commandes HEIDENHAIN en Texte clair, le langage de programmation des TNC prévu pour l'atelier et guidé par des dialogues. HIT convient pour les débutants, les personnes en reconversion et les professionnels, dans le cadre d'une première formation ou d'une formation continue, en autodidacte ou en présentiel. Avec cette nouvelle version, l'apprentissage devient mobile.*

La première version de HIT a été présentée par HEIDENHAIN fin 2011. Depuis, ce sont plus de 20 000 utilisateurs qui ont profité de ce programme d'entraînement interactif pour se familiariser avec la programmation en Texte clair. Aujourd'hui, la nouvelle version 3.0 peut être utilisée sur n'importe quelle plateforme, après une procédure d'installation très simple : au bureau, à la maison ou en déplacement, que ce soit sur un PC, un smartphone ou une tablette, via n'importe quel navigateur web courant.

Le module HIT "Fraisage en 3 axes" se décompose en plusieurs parties pour vous fournir des explications et vous aider à approfondir vos connaissances sur les principaux éléments qui composent les fraiseuses à CNC et les commandes TNC, mais aussi sur les fonctions de base du Texte clair, le langage de pro-

grammation des TNC assisté par des dialogues. Il existe aussi un module dédié à la programmation en DIN/ISO pour vous enseigner les principales différences de ce type de programmation par rapport au Texte clair.

**HIT s'appuie pour cela sur des outils didactiques qui ont fait leurs preuves :**

- Des vidéos et des animations illustrent de manière explicite le contenu des modules.
- La programmation guidée (simulée) et les exercices concrets réalisés sur le poste de programmation de la TNC vous préparent de manière pratique à l'utilisation et à la programmation d'une machine-outil pilotée par TNC.
- Des tests de connaissances interactifs permettent de contrôler les acquis et sont un bon indicateur de suivi des progrès de l'apprenant.

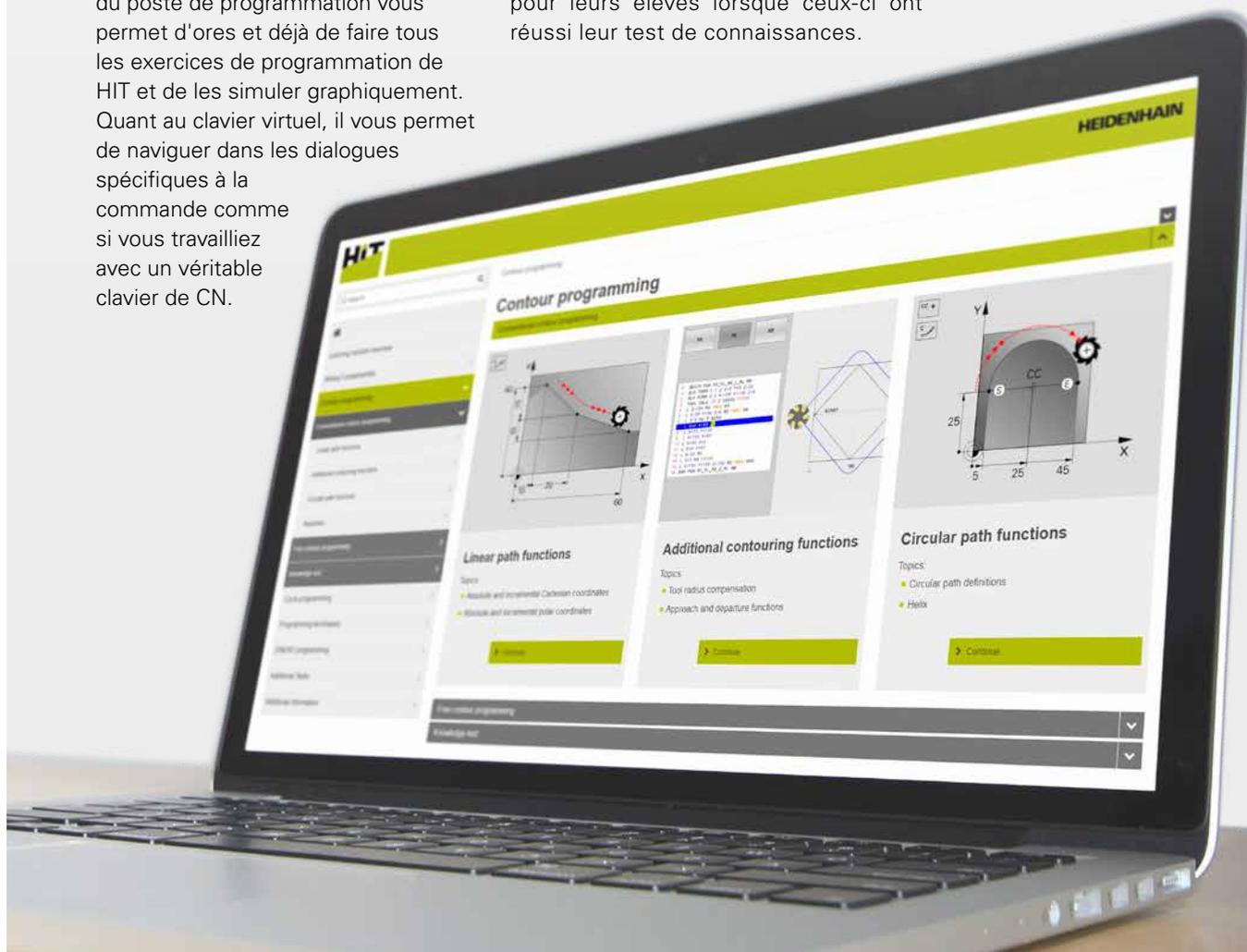
## Les composantes de HIT

- Le logiciel d'apprentissage HIT vous explique toutes les fonctions de commande nécessaires.
- Le guide d'accompagnement HIT sert à la fois de mode d'emploi du logiciel, de résumé des contenus pertinents pour la programmation et d'ouvrage de référence après la formation.
- Le poste de programmation est la copie conforme d'une commande numérique de machine-outil sur le PC. La version Démo gratuite du poste de programmation vous permet d'ores et déjà de faire tous les exercices de programmation de HIT et de les simuler graphiquement. Quant au clavier virtuel, il vous permet de naviguer dans les dialogues spécifiques à la commande comme si vous travailliez avec un véritable clavier de CN.

Le nouveau logiciel HIT est géré par la nouvelle **plateforme d'apprentissage HEIDENHAIN**. Celle-ci est basée sur Moodle, une plateforme largement répandue dans les écoles et les universités qui offre des fonctions auxiliaires intéressantes, notamment pour l'équipe pédagogique. Avec la licence pour classe premium, il est ainsi possible, par exemple, d'enregistrer ses propres contenus et de les mettre à disposition des élèves, en plus du logiciel d'apprentissage HIT. Les enseignants peuvent même créer un certificat personnalisé pour leurs élèves lorsque ceux-ci ont réussi leur test de connaissances.

## Les modules d'apprentissage

- Le module HIT "Fraisage en 3 axes" de la nouvelle version 3.0 vient remplacer les modules "HIT Texte clair" et "HIT DIN/ISO" disponibles jusqu'à présent.
- Le nouveau module "Fraisage en 5 axes" viendra remplacer le module "HIT Inclinaison 3+2" actuel, dans le courant de l'année prochaine.



**+ Pour en savoir plus sur le module d'apprentissage HIT "Fraisage en 3 axes" et sur les différentes licences proposées : [www.klartext-portal.com/fr/formation/heidenhain-interactive-training](http://www.klartext-portal.com/fr/formation/heidenhain-interactive-training)**



# Les anti-conformistes

Depuis un rétrofit, chez LTN Servotechnik, c'est une TNC 620 qui pilote les machines de bobinage pour résolveurs. Mais qu'est-ce qui peut bien passer par la tête de certaines personnes ?

*Cela fait plus de 20 ans que les bobineuses pour résolveurs de LTN Servotechnik, une société d'Otterfing, près de Munich, accomplissent inlassablement leur tâche. Elles sont en fonctionnement depuis tellement longtemps que le temps a fini par laisser des traces : l'usure mécanique était devenue pénalisante au quotidien et la vieille commande DOS était devenue impossible à programmer. La solution ? Un profond rétrofit. Aujourd'hui, trois mois après le rééquipement de la première machine, plusieurs effets positifs sont déjà visibles.*

A première vue, la production de LTN fait davantage penser à une entreprise textile qu'à une entreprise d'électronique de haute technologie. La première chose visible, ce sont en effet les fils qui jaillissent des guide-fils, au-dessus des toits des machines disposées en enfilade. Juste en-dessous, dans la zone d'usinage de chaque machine, sont alignées des bobines autour desquelles ces fils sont enroulés. Chaque machine compte huit stations de bobinage parallèles.

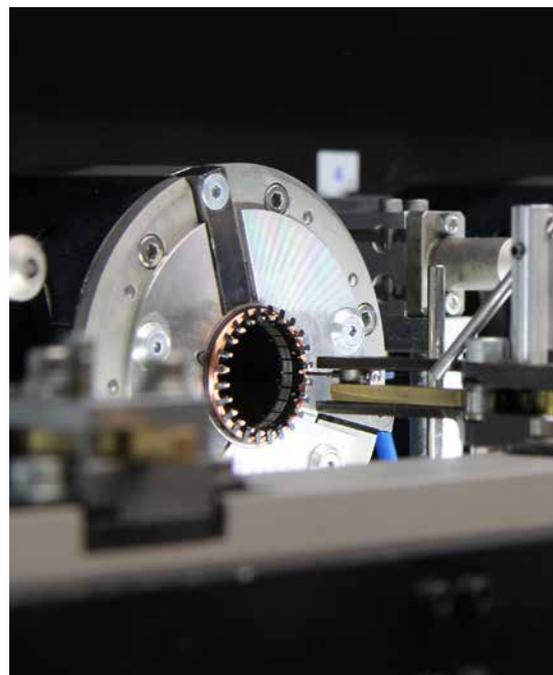
Il ne s'agit toutefois pas de fils à coudre mais de fils de cuivre d'une grande finesse. Leur diamètre standard est de 70 µm, mais le plus fin mesure seulement 50 µm de diamètre. Ils ont donc, pour ainsi dire, l'épaisseur d'un cheveu humain, et sont tout aussi cassants. De plus, ces fils de cuivre ne sont pas simplement enroulés : ils sont câblés sur

des noyaux d'enroulement statoriques, selon un processus de bobinage complexe. A terme, ils sont censés délivrer les tensions à partir desquelles il sera possible de déduire une information ultra-précise quant à la position angulaire de l'axe sur lequel le résolveur se trouve.

C'est le concepteur des équipements de production, Andreas Willerer, qui a lancé le projet de rétrofit chez LTN. Pour lui, il était clair depuis le départ qu'il fallait complètement renouveler les vieilles machines de bobinage des résolveurs pour que le rétrofit puisse être efficace et qu'il en vaille la peine : "Nous n'avons pas voulu faire de la rénovation de façade. Nous tenions à disposer d'un parc de machines durable après le rétrofit". Les techniciens ont donc entrepris un grand ménage sur la première machine à moderniser : une nouvelle chaîne de transmission, de nouveaux servomoteurs à la place des moteurs à courant continu, de nouveaux réducteurs, une nouvelle carte de commande et de nouveaux capteurs rotatifs multi-tours absolus de HEIDENHAIN à interface série EnDat. "Nous avons voulu savoir ce qu'il était possible de faire et comment nous pourrions procéder pour le reste du parc. Aujourd'hui, six autres machines attendent encore de pouvoir être rétrofitées." Et la question de la commande numérique était elle aussi un problème à résoudre...



*Andreas Willerer apprécie particulièrement la facilité d'utilisation de la TNC 620 avec l'écran tactile.*





La commande de fraisage sous un nouveau jour : La TNC 620 maîtrise sans problème les mouvements en 5 axes complexes de la machine de bobinage de résolveurs.



Coup d'œil dans le hall des machines : Des fils de cuivre très fins sont enroulés de manière extrêmement précise autour des noyaux de bobinage statoriques.

“ Le bobinage n'est en définitive rien d'autre qu'un usinage en 5 axes. La seule différence c'est qu'il n'est pas question d'enlever de la matière avec une fraise, mais d'enrouler du fil de cuivre sur un noyau d'enroulement statorique avec une aiguille.”

Andreas Willerer, Concepteur des équipements de production chez LTN Servotechnik



*Tout au fond se trouve la machine de bobinage de résolveurs avec la commande TNC 620 et, à gauche, trois des six installations qu'il est prévu de rétrofiter d'ici la fin 2019.*

## Un cahier des charges qui met sur la voie

Il n'existe pas de commandes numériques spéciales pour les bobineuses de résolveurs. En revanche, il existe un énorme choix de commandes qui conviennent pour n'importe quelle solution d'automatisation et qui peuvent tout à fait être adaptées à cette application aussi. Pour sélectionner la commande la mieux adaptée, Andreas Willerer a donc établi un cahier des charges : "Parmi les exigences requises figuraient notamment la nécessité d'une commande capable de gérer une cinématique à 5 axes pour l'asservissement des mouvements des bobines et des guide-fils, ainsi qu'un graphique de simulation 3D capable de fournir un aperçu explicite de l'usinage." Comme Andreas Willerer supervise également les fraiseuses du service de production mécanique de LTN, ces mots-clés lui ont mis la puce à l'oreille. Ces critères faisaient en effet écho à deux caractéristiques essentielles des commandes TNC de HEIDENHAIN, déjà

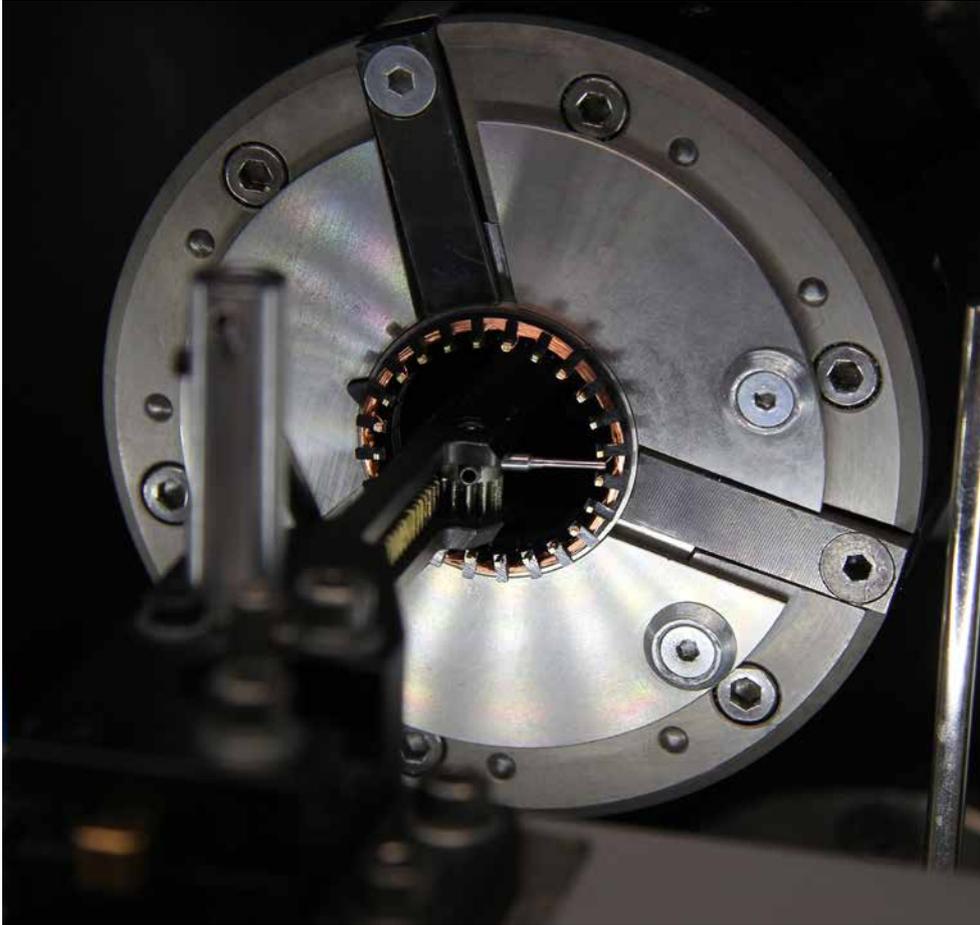
utilisées sur les fraiseuses de LTN. Mais était-il judicieux d'installer une commande de fraisage sur une machine de bobinage de résolveurs ?

Par précaution, Andreas Willerer est allé recueillir les conseils des utilisateurs de commandes HEIDENHAIN au sein de la production mécanique. "Je tenais surtout à avoir l'avis de mes collègues concernant la programmation, sur la commande, des différentes séquences de mouvements nécessaires." Sa surprise fut d'autant plus grande lorsque ses collègues lui ont finalement confirmé ce dont il se doutait déjà : "Le bobinage n'est en définitive rien d'autre qu'un usinage en 5 axes. La seule différence c'est qu'il n'est pas question d'enlever de la matière avec une fraise, mais d'enrouler du fil de cuivre sur un noyau d'enroulement statorique avec une aiguille."

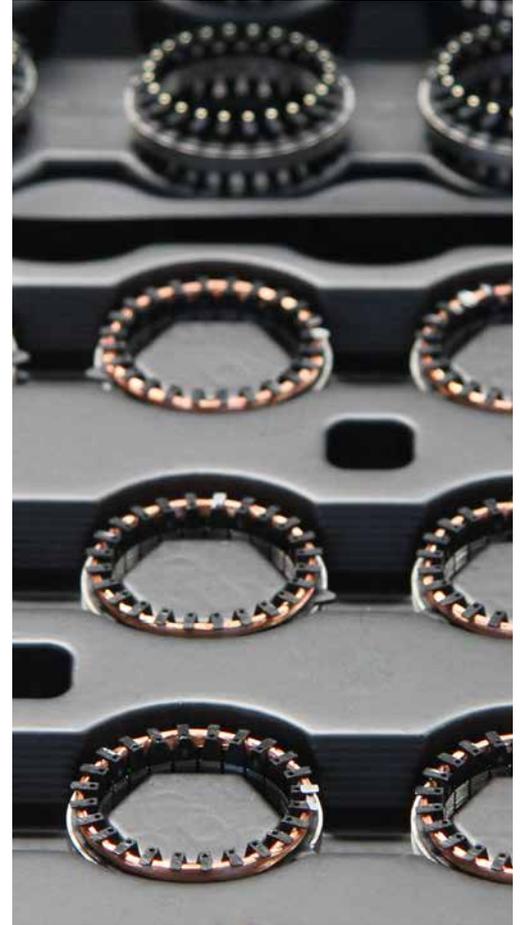
Les rétrofiteurs de LTN ont en outre pu compter sur l'aide de la hotline HEIDENHAIN dédiée à la programmation CN. Il s'agissait surtout d'apporter

les modifications d'usage nécessaires à la cinématique de la commande numérique de la machine. "Même si les deux axes rotatifs A et C sont bien présents dans la cinématique, seul l'axe C doit être pris en compte dans l'asservissement des mouvements", explique Andreas Willerer. "L'axe A pilote la rotation du rotor, tandis que l'axe C gère seul les mouvements de compensation qui permettent d'obtenir l'asservissement des mouvements souhaité."

Il existe toutefois d'autres raisons qui expliquent aussi le choix d'une commande de fraisage. Andreas Willerer justifie d'ailleurs ainsi ce choix quelque peu hors du commun : "Le fait que nos collègues expérimentés en matière de TNC confirment qu'il est effectivement possible de créer un programme de bobinage en Texte clair, directement sur la commande, et le fait que nous disposions déjà en interne de toutes les compétences nécessaires pour le faire, ont été des facteurs déterminants".



Pour atteindre l'arrière des noyaux d'enroulement statoriques, l'aiguille du guide-fil est censée se courber sur le côté, de manière à faire passer le fil de cuivre derrière la bobine.



Avant/Après : devant, les bobinages finis, derrière, les noyaux d'enroulement statoriques encore vides.

## Facilité de programmation, et bien d'autres avantages encore

Le programme en Texte clair, qui a ainsi été communément mis au point, peut maintenant s'adapter à différents bobinages, simplement en changeant les valeurs de certains paramètres-clés, et sans avoir à modifier soi-même l'ensemble de la programmation. D'ailleurs, lorsque cela s'avère nécessaire, les opérateurs qui travaillent à la fabrication des résolveurs sont capables d'intervenir seuls dans le programme en Texte clair, directement sur la TNC 620 et sans l'aide de leurs collègues du service de production mécanique.

Depuis mi-mai 2018, la première machine rétrofitée fonctionne de manière productive. Pour en arriver là, la mise en œuvre du rétrofit n'aura duré qu'un mois – après une phase de planification et de préparation de près de six mois. Au final, toutes les attentes ont été surpassées :

- Grâce aux moteurs plus puissants installés, les usinages sont bien plus dynamiques. Le temps nécessaire à la fabrication d'un bobinage a été réduit d'environ 30 %.
- Malgré une dynamique plus élevée, l'asservissement homogène des mouvements par la TNC 620 garantit une vitesse d'enroulement constante, et donc une tension des fils constante, ce qui réduit le nombre de rebuts dus aux cassures. Contrairement à ce qui avait été initialement envisagé, il ne s'avère donc plus nécessaire de recourir à un régulateur de tension de fil, un équipement très onéreux.
- Les procédures de bobinage actuelles peuvent être interrompues puis reprises à tout moment, notamment grâce aux capteurs rotatifs absolus des moteurs.
- Les opérateurs qui fabriquent les résolveurs ont vite apprécié l'utilisation de la manivelle tant elle leur facilite le travail de réglage lorsqu'ils cherchent à positionner le guide-fil avec précision devant la bobine.



# Forces d'entraînement

La précision et la qualité de surface sont les deux objectifs de tout processus d'usinage exigeant. Le rôle des moteurs d'axes est pour cela déterminant.



*Pour être à l'avant-garde en termes de qualité d'usinage, les entreprises de fabrication investissent beaucoup de temps et d'argent : dans des machines-outils, dans des commandes numériques dotées de fonctions et d'options spéciales, dans des outils, en métrologie, et bien sûr aussi dans la qualification de leurs collaborateurs. Les moteurs d'axes sont bien souvent absents de ces considérations, et cela à tort. C'est ce que nous allons tenter de vous expliquer ici.*

Un excellent résultat d'usinage est le fruit d'une parfaite interaction entre tous les composants d'une machine-outil, y compris avec les moteurs d'axes. Les moteurs qui sont spécialement conçus pour les machines-outils font preuve, dans ce cas, d'une bonne résistance aux perturbations, de grandes capacités d'accélération et d'une faible ondulation de couple. Le recours à un capteur optique très précis et à une rigidité mécanique élevée sont également des caractéristiques particulièrement avantageuses dans le cadre d'une utilisation sur des machines-outils.

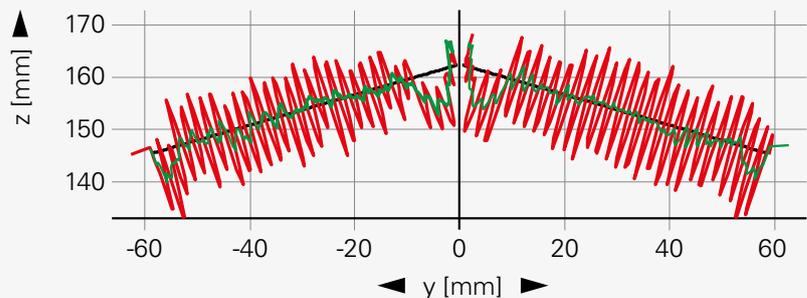
En revanche, pour les moteurs conçus pour la technique d'automatisation, l'accent est davantage mis sur les capacités d'accélération de l'ensemble du système, sans compter que des ondulations de couple bien plus élevées sont tolérées. Lorsque ceux-ci sont utilisés sur une machine-outil, cela se traduit par un état de surface qui est, visuellement, de moins bonne qualité.

## Résistants aux perturbations

En cas de rafales ou de chausnée déformée, l'attelage d'un gros et puissant véhicule qui tire une remorque légère subira toujours moins de dégâts que celui d'une petite voiture tout aussi puissante, mais légère, qui traîne une grosse remorque, et ce même si la remorque légère est bien évidemment plus sensible aux influences extérieures. Ramené à une machine-outil, cela signifie qu'il vaut mieux opter pour le plus gros moteur possible pour mettre en mouvement la table la plus légère qui soit et ainsi maintenir au plus bas l'influence que les perturbations subies par la table (forces de fraisage et vibrations, par exemple) ont sur l'ensemble du système.

Il n'en demeure pas moins indispensable de réduire les gains d'asservissement entre l'inertie du moteur et celle

de la charge en cas d'écart trop important, car cela permet alors d'augmenter la sensibilité aux perturbations et donc de permettre que le système global réagisse mieux face à la charge qu'impliquent ces perturbations. Par ailleurs, un moteur dont le moment d'inertie serait le plus élevé possible empêcherait d'avoir une capacité d'accélération la plus élevée possible. En effet, plus le moment d'inertie du moteur est grand, plus il faudra du couple pour mettre en accélération le système global, composé du moteur et d'une charge donnée de votre choix. Or, ceci a des répercussions sur les coûts, car plus le couple maximal doit être élevé, plus le moteur devra contenir de matériaux magnétiques, ou des matériaux magnétiques de meilleure qualité, entraînant de fait une hausse du prix du moteur.



*Erreurs de contour mesurées lors de l'usinage-test :  
Moteur d'axe HEIDENHAIN avec faible ondulation de couple (tracé vert),  
moteur adapté présentant des écarts importants (tracé rouge),  
Facteur de multiplication de l'erreur de contour : 1000*

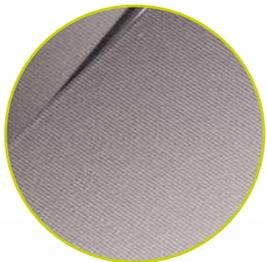
Spécialement conçus pour les machines-outils :  
Les moteurs d'axes HEIDENHAIN de la série QSY.



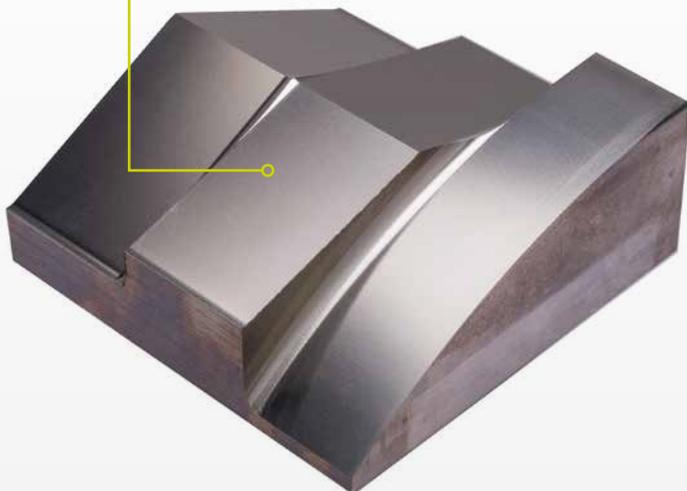
## Excellent synchronisme du moteur

Outre les perturbations provenant d'influences extérieures, le système subit également des perturbations propres au moteur qui ont des répercussions sur l'usinage et la qualité de l'état de surface d'une pièce. L'ondulation de couple du moteur, autrement dit la variation du couple du moteur sous l'effet d'une rotation de l'arbre moteur, est ici un critère déterminant.

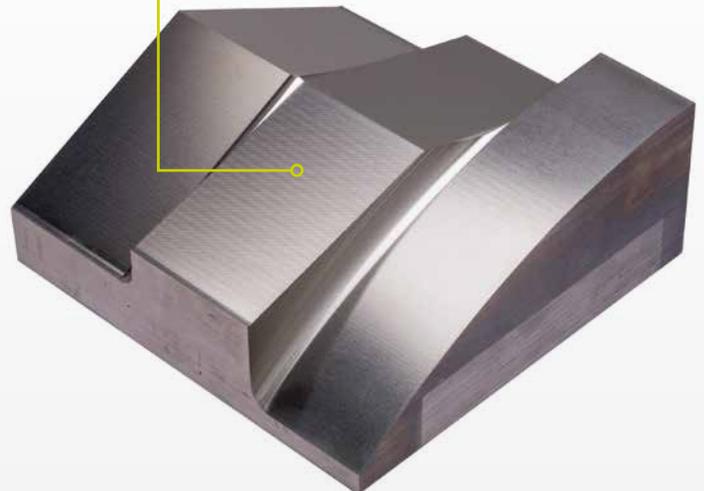
Des tests ont permis de mettre en évidence les effets de cette ondulation de couple à l'aide de données de mesure, mais cela est également visible sur la surface d'une pièce-test. Avec des moteurs d'axes optimisés pour la machine-outil, il est possible d'obtenir une surface en pente qui monte de manière homogène, sans nuances d'ombres visibles. A l'inverse, avec un moteur d'axe conçu pour un système d'automatisation qui se trouve monté sur la machine-outil, les effets de l'onde de couple sont nettement visibles, sous la forme d'ombres qui apparaissent sur la pente de la pièce.



Le moteur d'axe de HEIDENHAIN, spécialement conçu pour la machine-outil, permet d'obtenir une surface montante homogène, sans nuances d'ombres visibles.



Pièce comportant des ombres clairement visibles sur la surface pentue, usinée avec un moteur destiné à des systèmes d'automatisation et donc non-optimisé pour une machine-outil.





USINAGE DE PRÉCISION

## Précis par tradition

Qu'ont en commun le Shinkansen, le train à grande vitesse japonais, et la mesure de positions en boucle fermée (Closed Loop) effectuée à l'aide de systèmes de mesure linéaire HEIDENHAIN ? Tous deux ont une tradition de précision !

*Cette année, la précision des machines-outils à haute dynamique est l'un des thèmes phares du salon JIMTOF de Tokyo. HEIDENHAIN s'est servi de deux modèles de Shinkansen fraisés pour montrer à quel point la mesure directe de positions est importante. Les trains à grande vitesse japonais sont reconnus dans le monde entier pour leur ponctualité, autrement dit leur précision, et leur dynamique.*

Alors qu'un des deux modèles pris en exemple ressort net, l'autre fait apparaître une arête clairement visible et même palpable. C'est le type de mesure de positions au cours du processus d'usinage qui a fait cette petite différence. Dans le meilleur des deux cas, les axes linéaires étaient dotés de règles de mesure pour déterminer, en boucle d'asservissement fermée (Closed Loop), les positions effectives de l'usinage. Quant au modèle avec l'arête, en revanche, il a été usiné avec une machine sur laquelle les positions étaient déterminées de manière conven-

tionnelle, autrement dit par le biais des rotations de la vis à billes.

Dans le cas d'un asservissement en boucle semi-fermée (Semi-Closed Loop) sur des machines-outils modernes, les erreurs de position sont principalement imputables aux écarts thermiques, qui sont eux-mêmes inhérents à la procédure d'usinage. Des tests effectués avec la vis à billes ont en effet montré que des vitesses de déplacement élevées avaient tendance à accroître sensiblement, et de manière très inhomogène, la température de la vis à billes, au point de dépasser les 50 °C par endroits.

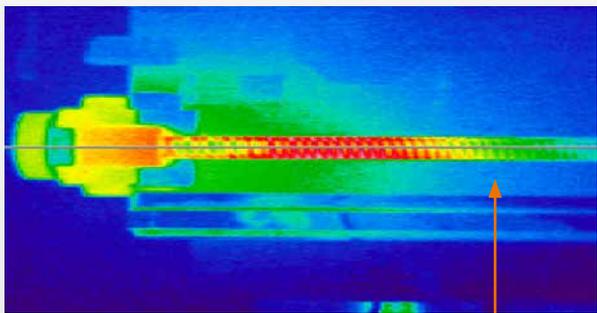
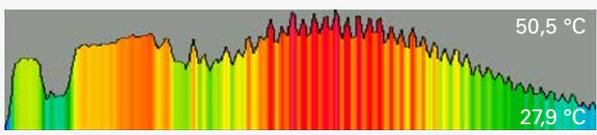
Comme les composants de la machine se dilatent ou se rétractent sous l'effet de la température, des variations de température sans compensation d'erreur entraînent des écarts importants, comme ceux que l'on peut voir et palper sur le modèle du Shinkansen. Et sans systèmes de mesure linéaire, il n'est pas possible de mettre en évidence ces variations thermiques au sein de la mécanique d'avance.

Pour autant, la présence de systèmes de mesure linéaire dans la boucle fermée (Closed Loop) ne permet évidemment pas de remédier au phénomène d'échauffement, et donc au problème de dilatation dans la mécanique d'avance. Le système de mesure linéaire détermine la position de l'axe, non pas en se basant sur des facteurs faussés à cause de la dilatation thermique, mais en déterminant, toujours avec la plus grande exactitude, la position effective de l'axe.

Cela vaut évidemment tout autant pour les axes rotatifs. Là encore, la méthode de détermination classique des positions, via un rapport de réduction avec un capteur rotatif intégré dans le moteur, peut être substituée par une mesure de positions ultra-précise, non soumise aux influences thermiques, à l'aide d'un système de mesure angulaire sur l'axe de la machine. Sur les axes rotatifs aussi, un tel asservissement en boucle fermée (Closed Loop) permet en effet d'atteindre une précision et une reproductibilité bien plus élevées.



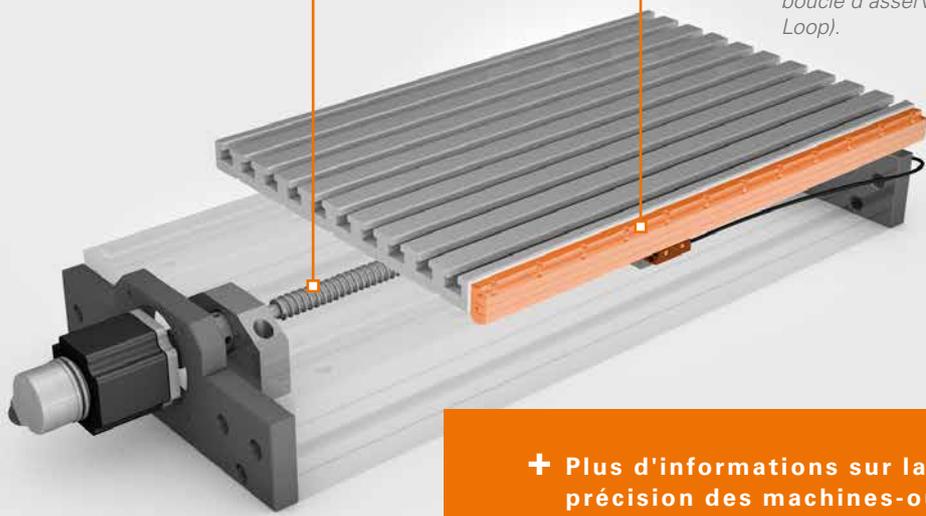
Deux Shinkansen, une nette différence :  
 Usinée en boucle d'asservissement fermée (Closed Loop), la surface est parfaite. En boucle d'asservissement semi-fermée (Semi-Closed Loop), en revanche, une arête s'est formée sur la tête du train.



Des écarts surprenants :  
 En fonctionnement, la vis à billes s'échauffe de manière significative et très inhomogène.



Compensation des erreurs thermiques :  
 Des systèmes de mesure linéaire de haute précision pour machines-outils, dans une boucle d'asservissement fermée (Closed Loop).



+ Plus d'informations sur la précision des machines-outils : [www.heidenhain.fr/closed-loop](http://www.heidenhain.fr/closed-loop)

# Journée Portes Ouvertes au Lycée Technique de Cachan

ou comment rapprocher les mondes  
de l'enseignement et de l'industrie

*HEIDENHAIN FRANCE veille à entretenir des liens étroits et de qualité avec les écoles afin d'accompagner au mieux les jeunes qui seront demain sur le marché du travail.*

Un partenariat privilégié se développe progressivement avec le Lycée de Cachan, qui est une référence nationale pour l'enseignement technique. Jean-Luc Petit, Directeur délégué aux formations professionnelles et technologiques de ce lycée, est également membre actif et investi auprès du SYMOP, le Syndicat de la Machine-Outil et de la Productique, auquel adhère HEIDENHAIN FRANCE. Avec les autres membres de cette organisation, Monsieur Petit travaille à identifier les besoins précis de l'industrie, ce qui lui permet ensuite avec ses partenaires de l'Education Nationale de créer ou d'adapter au mieux les cursus scolaires et universitaires.

C'est donc tout naturellement que le projet d'une journée Portes Ouvertes est né, dans l'intention de donner aux élèves comme aux enseignants, un aperçu de l'évolution des techniques et outils qui sont maintenant à disposition des entreprises et que ces élèves utiliseront plus tard, sur le marché du travail.

## Rendre plus concrètes les perspectives d'avenir dans le milieu industriel

Le 4 octobre, les spécialistes de l'équipe commerciale et technique de HEIDENHAIN FRANCE se sont relayés pour effectuer des présentations dans un amphithéâtre et au pied d'une machine, puis pour échanger avec les participants : le matin avec les élèves, puis l'après-midi avec les enseignants.

A l'initiative de Christian Roger, Professeur d'ingénierie mécanique, le Lycée de Cachan avait quant à lui mis les petits plats dans les grands. La salle des machines avait été aménagée pour accueillir du monde et des invitations avaient été envoyées à tous les établissements impliqués dans l'enseignement de la mécanique sur la région : tous ont unanimement répondu présent.

Les démonstrations ont été faites sur une fraiseuse 5 axes équipée d'origine d'une commande numérique TNC. Pour en améliorer les performances, le lycée avait fait l'acquisition de palpeurs pièces et outils, ainsi que d'un accessoire de calibration permettant d'assurer une définition géométrique optimale des trajectoires d'usinage.



*L'équipe de HEIDENHAIN FRANCE présente le programme PHARE*

Le matin, les élèves, issus de milieux variés et avec différents niveaux de connaissances, ont pu suivre une présentation puis des démonstrations sur les thèmes de l'optimisation d'ébauche et les astuces de programmation. En familiarisant les jeunes avec les fonctionnalités HEIDENHAIN, l'objectif était qu'ils se rendent compte de ce que la modernité peut apporter dans l'atelier. Cela a permis de rendre plus concrètes les perspectives d'avenir dans le milieu industriel et de répondre aux questions des étudiants, ainsi confortés dans leur orientation professionnelle.

Le corps enseignant a pris le relais l'après-midi sur les bancs de l'amphi puis dans l'atelier. Au-delà des fonctionnalités déjà présentées à leurs élèves le matin, il semblait essentiel de leur rappeler les services et outils que HEIDENHAIN met à leur disposition : PHARE (le Programme HEIDENHAIN d'Accompagnement pour la Recherche et l'Enseignement) et plus particulièrement HIT (HEIDENHAIN Interactive Training), le système d'apprentissage multimédia de la programmation CN. Cet outil vise en effet, entre autres, à aider les équipes pédagogiques à mieux comprendre et mieux transmettre les techniques de programmation aux élèves (se reporter aux pages 16-17 pour en savoir plus sur HIT).



Démonstrations au pied de la machine, devant des élèves qui montrent un intérêt réel

Monsieur Roger est enthousiaste : "J'ai vraiment apprécié le travail préparatoire avec les équipes de HEIDENHAIN : nous avons les mêmes préoccupations et les mêmes objectifs, à savoir tirer le meilleur parti de notre équipement pour en faire un outil pédagogique optimal.

Les participants de cette journée en ont été les témoins : nous avons aujourd'hui une meilleure maîtrise de la fraiseuse 5 axes au niveau de la gestion des repères et de la définition du point pivot. Et comme les temps de réglage ont été largement réduits, la machine peut être utilisée de manière plus sûre et plus précise. Cela en fait un outil bien plus didactique et efficace, ce qui n'a pas manqué d'intéresser les jeunes."

### De l'avis général, un événement à renouveler !

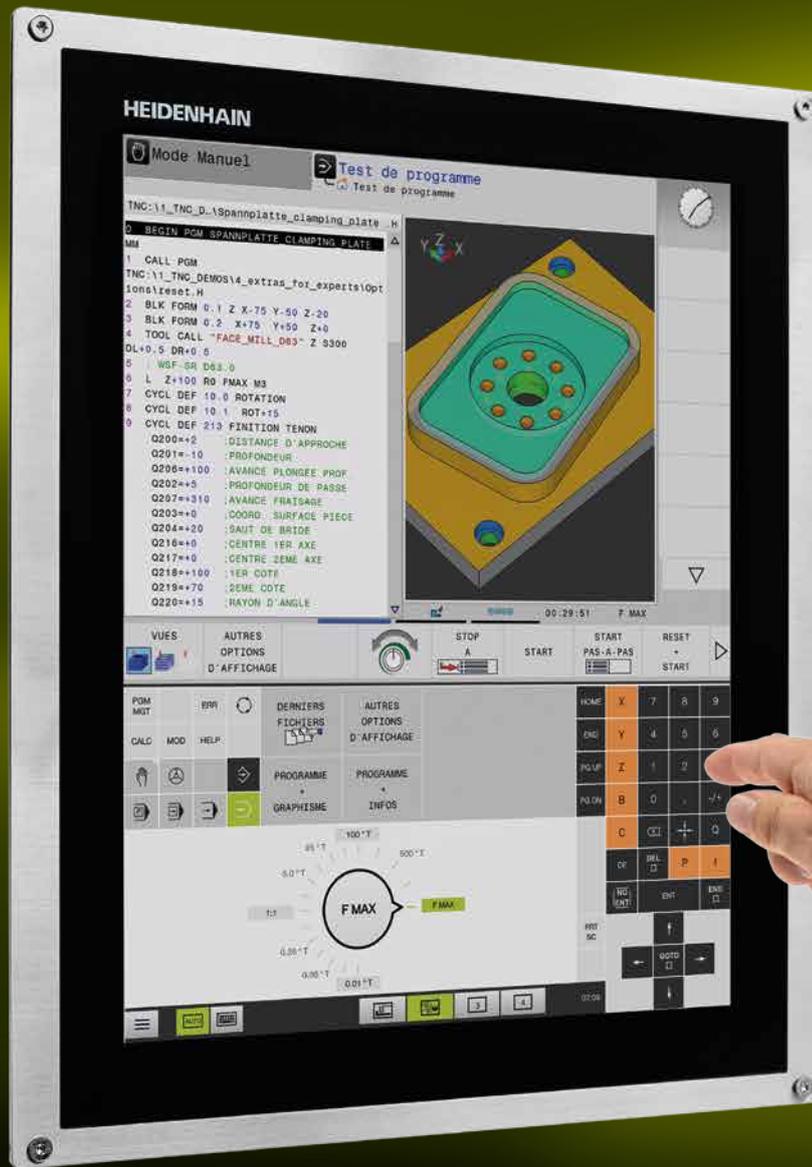
Cette journée n'était pas une fin en soi. Le but était de permettre un échange bénéfique pour tous : les élèves, les professeurs, mais aussi les professionnels de HEIDENHAIN FRANCE. Ce travail d'équipe avec le Lycée de Cachan permet en effet d'aider à adapter la formation des jeunes au plus proche de ce que sera leur travail plus tard.

Il en ressort que les enseignants, qui aiment transmettre un savoir adapté à la réalité industrielle, se sont dits enthousiasmés par ces échanges qui les aident à intéresser leurs jeunes étudiants.

L'intention de HEIDENHAIN FRANCE est donc de renouveler ce type d'événements et de les rendre encore plus attractifs en impliquant d'autres partenaires industriels.



Christian Roger (à gauche) et Jean-Luc Petit (à droite), devant la machine 5 axes du lycée



## TNC 620

La solution sur mesure pour fraiseuses compactes

La TNC 620 offre une multitude de possibilités d'utilisation pour une fabrication efficace de vos produits, qu'il s'agisse de pièces simples ou complexes. Pour cela, vous êtes assisté par des cycles pratiques, des options efficaces, mais aussi par un concept de commande innovant pour l'avenir. L'écran tactile de la nouvelle TNC 620 de HEIDENHAIN affiche une interface utilisateur contextuelle qui présente toujours précisément les éléments qu'il vous faut et qui réagit à vos gestes. En plus de faciliter l'utilisation, cela vous fait gagner de la place. Simple à manipuler, fiable et élégante : la nouvelle TNC 620 est donc la commande idéale pour les fraiseuses compactes.