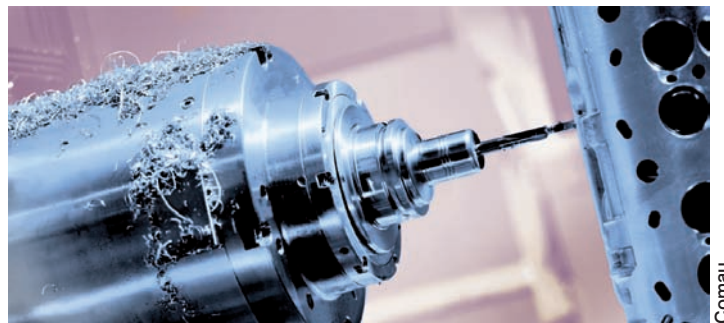


# Machines-outils et machines spéciales

## Une transmission de puissance en pleine mutation



Comau

L'évolution a été lente, mais inexorable. Alors que les transmissions hydrauliques se taillaient la part du lion sur les machines-outils il n'y a encore pas si longtemps, la montée en puissance de l'électrique a progressivement fait muter ces systèmes. **Au point que bon nombre de constructeurs se tournent maintenant spontanément vers les transmissions électriques pour équiper leurs machines.** Une réputation d'énergie propre, les progrès accomplis par les systèmes de contrôles et les possibilités de réaliser d'importantes économies d'énergie ne sont que quelques-uns des facteurs qui expliquent cette évolution. Même si l'hydraulique trouve encore quelques « niches » sur ce marché devenu plus difficile à aborder. Témoignages...

► « Mère de toutes les machines » pour reprendre l'expression de Vincent Schramm, qui vient de remplacer Jean-Paul Bugaud à la direction générale du Symop (Syndicat des entreprises des technologies de production), la machine-outil vient de connaître une

année que certains n'hésitent pas à qualifier « d'historique ». Ce dernier est d'ailleurs rentré récemment d'une réunion du Cecimo (Comité européen de coopération des industries de la machine-outil) au cours de laquelle il y a eu quasi unanimité pour estimer que 2007 a

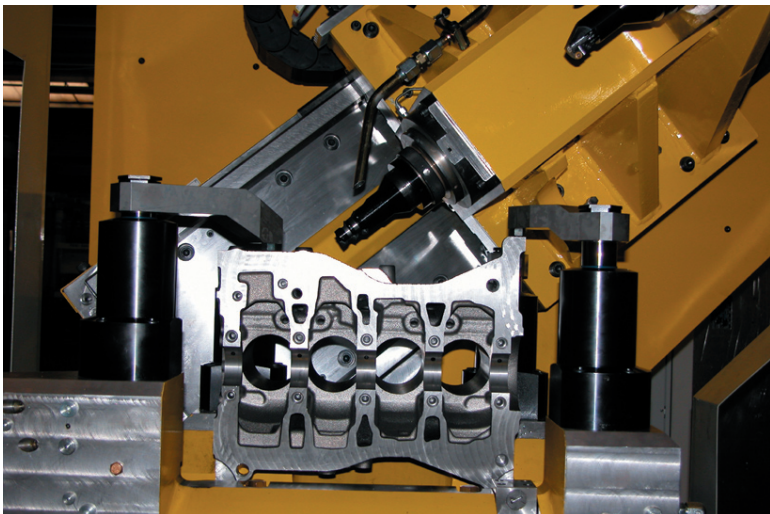
« La machine-outil européenne vient de connaître une année que certains n'hésitent pas à qualifier d'historique »

constitué une année « record » pour la machine-outil en Europe, « supérieure même au précédent de 2001 ».

Ainsi, la production des pays du Cecimo, qui représente 43% du total mondial a atteint 23 milliards d'euros en 2007 et devrait encore franchir un palier cette année pour s'élever à 25 milliards d'euros. Pas de surprise, c'est l'Allemagne le plus gros « contributeur » à ce résultat avec environ 40% de ce montant, suivie par l'Italie (23%) et la Suisse (10%). Viennent ensuite l'Espagne et la France.

Gilles Bajolet, PDG d'Amada Europe SA, constate également que « l'année 2007 a été historique pour la machine-outil » et que « les records ont été battus en Europe ».

Et la profession semble partie sur cette même lancée en ce début d'année. « Les prévisions européennes tablent sur un nou-



CERI

Unité d'usinage de blocs moteurs

veau record absolu en 2008 », pronostique le Symop, dont la dernière enquête de conjoncture fait état d'une bonne activité sur le marché français au cours du premier trimestre avec un chiffre d'affaires en hausse et des commandes stables ou en progression pour la majorité des entreprises.

Les intervenants du secteur s'inscrivent d'ailleurs dans cette vision plutôt optimiste.

« Le début d'année est favorable et les commandes sont en progression par rapport au début de 2007 », confirme Eric Teisseire, directeur général de GF Agie Charmilles France.

Des propos corroborés par Alexandre Lahaye, directeur général de DMG France, filiale de distribution de l'Allemand Gildemeister, qui remarque que « la demande est soutenue, en progression de quelque 20% sur la même période de l'année dernière ». Enfin, Claude Jean Mège, vice-président exécutif et directeur commercial du groupe Forest-Liné, s'attache à mettre en évidence « une activité redevenue porteuse dans les industries d'équipements » et « les gros développements à venir dans le domaine ferroviaire ». Ce qui lui permet de conclure qu'en France, « il y a encore une industrie et que celle-ci, loin d'être mourante comme on l'entend trop souvent, dispose de belles opportunités de développement pour peu qu'elle s'attaque à certaines niches de marché dans lesquelles elle est particulièrement performante ».

#### « QUELQUES NUAGES »

Alors, tout irait donc pour le mieux au royaume de la machine-outil ?

En fait, il semble que, conjoncture internationale oblige, la météo européenne du secteur, qui annonçait encore « un ciel bleu avec absence de nuages » il n'y a pas si longtemps ait un peu modifié ses prévisions.

« Il est indéniable que quelques nuages commencent à apparaître, notamment au niveau des entrées de commandes »,

remarque Jean-Paul Bugaud qui, tout en excluant toute possibilité de crise brutale, estime néanmoins que « 2009 verra sans doute une stabilisation à un haut niveau, voire même une légère décroissance »...

« L'ambiance actuelle fait que l'on exprime des doutes sur le niveau de l'investissement », constate d'ailleurs Eric Teisseire. « GF Agie Charmilles travaille beaucoup avec des PME où les décisions relèvent souvent de critères "émotionnels" »... Bref, nous allons vraisemblablement revenir à une activité plus « normale », pronostique Gilles Bajonet, qui constate une certaine remontée des stocks dans les filiales de son groupe depuis la fin de l'année dernière.

Ces quelques craintes sont d'ailleurs sous-tendues par le point de conjoncture du Symop qui, tous secteurs confondus, fait état de « faibles prévisions d'investissements pour la France » et d'une « grande prudence » des responsables de PME qui « manquent de visibilité à court et moyen terme ». C'est ce manque de visibilité qui explique d'ailleurs « qu'aucune progression de chiffre d'affaires ne soit envisagée sur le troisième trimestre »...

#### CAP SUR L'INTERNATIONAL

Les fabricants de composants et systèmes de transmission de puissance, dont les produits sont montés sur les machines, sont, quant à eux, encore loin d'être affectés par ces hésitations, tant leur activité dans ce domaine continue à bénéficier des effets favorables de la bonne progression enregistrée au cours des derniers mois.

Les fournisseurs du secteur constatent cependant que le courant d'affaires est bien plus vigoureux hors de nos frontières que sur le marché français stricto sensu qui apparaît souvent comme le « parent pauvre » du marché international de la machine-outil, pour reprendre les termes de Christophe Miacque, directeur commercial



Ligne de machines enchaînées

Nodier Emag

« Les fabricants de composants et systèmes de transmission de puissance, dont les produits sont montés sur les machines, continuent à bénéficier des effets favorables de la bonne progression enregistrée au cours des derniers mois »



Aptoucha

"2007 a constitué une année record pour la machine-outil en Europe", affirme Jean-Paul Bugaud, directeur général du Symop (ici, avec Luc Chatel, Secrétaire d'Etat à l'industrie, lors du salon Industrie Paris)



Les moteurs couples d'Aixion permettent une grande régularité de rotation à basse vitesse.

d'Atlanta Neugart France, qui relève que les autres marchés européens ainsi que les Etats-Unis et l'Asie constituent des marchés beaucoup plus porteurs. Chez Bonfiglioli Transmissions, on regrette qu'il y ait « de moins en moins de fabricants de machines-outils en France », reflet d'un tissu industriel qui s'appauvrit comme une "peau de chagrin" ». « La machine-outil est une activité très faible en France par rapport à nos voisins européens », déplore lui aussi Vladimir Popov, responsable de Stöber France : « seules les machines-outils pour l'aéronautique sont importantes, mais leurs cahiers des charges limitent le nombre de fournisseurs »...

Alors, pour contre-balancer un marché français de la machine-outil - qualifié selon les intervenants de « stagnant » (Etienne Blanche, Hawe Otelec), d' « inexistant » (André Denis, Esco Transmissions), voire même de « complètement foutu » (Michel Rochefort, Vassal Motoréducteurs) - mettre le cap à l'international apparaît comme un passage obligé pour les fournisseurs du secteur. « Le marché de la machine-outil semble bien se porter depuis plusieurs années à l'international », constate ainsi

Louis Banon, PDG d'Aixion, qui, outre la « marche forcée » au développement des pays asiatiques, tient à remarquer que « les marchés européens et américains renouvellent leurs équipements ou développent de nouvelles applications ».

#### INVENTIVITÉ

Les fournisseurs de systèmes de transmission peuvent également faire jouer à plein leur inventivité dans le domaine de la machine spéciale, « exploitable par les acteurs français car développé sur place par des constructeurs nationaux », estime André Denis.

Le marché de la machine spéciale est « en pleine expansion », estime-t-on chez Bonfiglioli Transmissions, où l'on s'oriente « vers des applications de plus en plus dynamiques » et où

« La disparition de la machine-outil conventionnelle française a entraîné un fort redéploiement sur les machines spéciales dédiées à la réalisation de pièces particulières »

« les clients demandent à leurs fournisseurs de proposer des solutions complètes ».

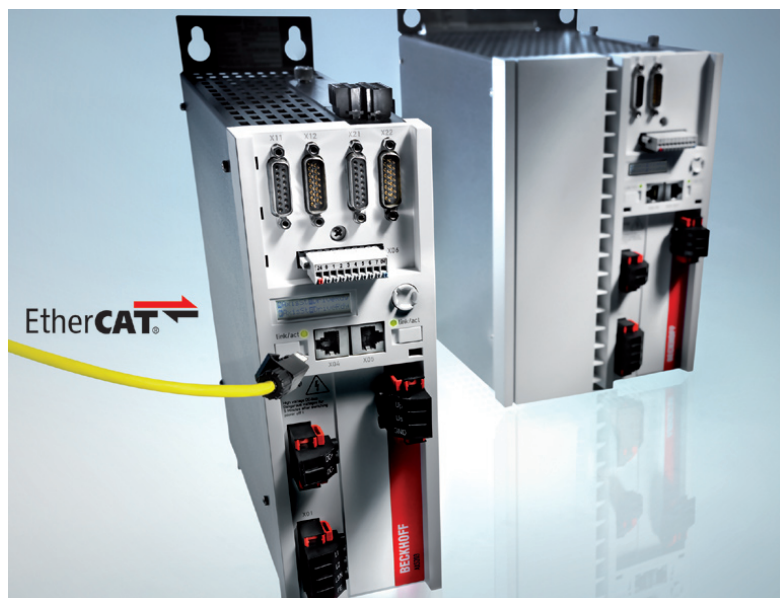
Suite à la « disparition de la machine-outil conventionnelle française », Siam Ringspann a également observé « un fort redéploiement sur les machines spéciales dédiées à la réalisation de pièces particulières ».

Dans ce domaine, la typologie des intervenants est fort différente dans la mesure où il s'agit généralement de « petites entreprises, souvent d'anciens fabricants de machines-outils reconvertis dans le spécial », constate Christophe Mioque. Le marché de la machine spéciale apparaît aussi « plus dynamique » aux yeux de Vladimir Popov, mais « les sociétés y sont de plus petites tailles et rencontrent des difficultés qui les amènent à se recentrer sur une activité secondaire telle que la fabrication de pièces mécaniques ».

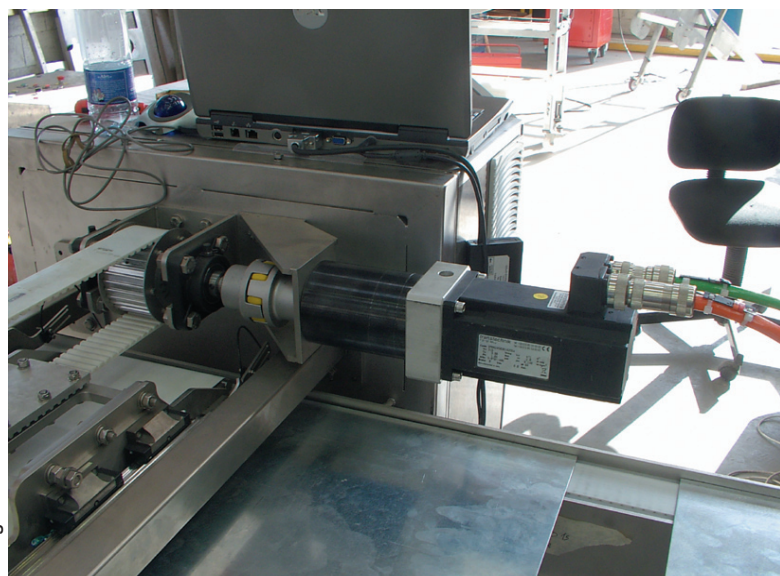
Les acteurs y sont donc constitués majoritairement de PME supposant « une grande réac-



Plusieurs produits Atlanta sont montés sur cette machine de découpe par jet d'eau : réducteur roue et vis de précision 58 ; pignon fendu avec système mécanique de rattrapage de jeu ; crémaillère traitée après taillage ; système automatisé de lubrification.



Nouvelles versions de variateurs sur EtherCAT AX5118 (18A) et AX5125 (25A)



On demande aux composants de transmission d'être de plus en plus intelligents. La mécatronique est donc importante et les clients attendent des solutions complètes intégrant composants mécatroniques et études...

tivité du fournisseur », mais particulièrement fidèles « si on apporte ce conseil et cette réactivité », constate Angst + Pfister. Et ce marché séduit bon nombre d'intervenants qui se veulent particulièrement « inventifs », à l'image de Vassal Motoréducteurs qui se positionne en tant que « spécialiste du mouton à cinq pattes pour les machines spéciales », comme l'affirme son directeur commercial, Michel Rochefort.

### LA MUTATION ÉLECTRIQUE

Les différentes évolutions du marché ne sont évidemment pas étrangères aux mutations

des technologies appliquées au secteur de la machine-outil et de la machine spéciale.

Les fournisseurs de composants et de systèmes de transmission de puissance destinés à équiper ces machines se sont efforcés d'adapter leur offre pour répondre à des besoins qui ont connu de nombreuses transformations au fil des années.

A commencer par « la disparition lente, mais inexorable de l'hydraulique », constatée par Jean-Paul Bugaud et qu'il explique par la conjugaison de deux facteurs. D'abord, des problèmes de fuites, qui ont fait qu'en dépit de sa puissance massique « imbattable », l'hydraulique ait du

céder la place à l'électrique dans un domaine où, il est vrai, les basses et moyennes pressions prédominent. Ensuite, l'absence de plus en plus flagrante d'hydrauliciens compétents au sein des entreprises.

Ce dernier point est également mis en évidence par Marc Mendowski, responsable du marché constructeurs chez Olaer, qui pointe du doigt « les gros problèmes pour trouver de la main d'œuvre bien formée et opérationnelle dans ce domaine ».

« L'électricité est plus facilement maîtrisable, surenchérit Michel Aubourg. Il n'y a pas de fuites et les composants de pilotage sont devenus abondants et relativement meilleur marché ». Autre avantage de l'électricité selon l'expert du Cetim, « le bon rendement du moteur électrique », argument imparable à

une époque où les économies d'énergie ont reconquis le devant de la scène.

Et Christophe Miocque enfonce le clou : « même si l'hydraulique constitue une bonne réponse aux besoins de la machine-outil, il est indéniable que la tendance est à sa substitution au profit de technologie comme l'électrique, considérées comme plus propres, plus faciles à installer et à piloter avec précision »...

### ÉVOLUTIONS TECHNIQUES CONSIDÉRABLES

En outre, les transmissions électriques utilisées pour gérer des mouvements « ont bénéficié d'évolutions techniques considérables au cours de ces dix dernières années », affirme Pierre Hervy, ingénieur application et marketing chez Beckhoff Automation. « Les variateurs ne sont plus

analogiques mais disposent de puissants processeurs, les périodes d'échantillonnage permettent d'aller vingt fois plus vite et les produits sont nettement plus abordables. Aujourd'hui, les moteurs brushless deviennent une référence en termes de techniques d'entraînement, alors qu'ils étaient considérés comme un luxe il y a quelques années ».

Philippe Roudaut, directeur général de New-Mat, constate aussi « la vulgarisation de moyens électriques devenus facilement programmables, tant en course qu'en force. Qu'il s'agisse d'axes modulaires composés ou d'appareils multi-axes, dits robots, c'est l'énergie électrique qui est prédominante ».

« L'hydraulique a prouvé son intérêt pour le pilotage avec des forces importantes, mais a du céder la place à l'électrique dans les déplacements de chariots », remarque Patrice Vandembrouck, chef produits moteurs et variateurs (Motion Control) chez Siemens.

Les progrès de l'électrique sont également relevés par Bernard Smaguine (Smaguine Engineering), qui constate que « de nombreux utilisateurs mettent en concurrence hydraulique



Stöber

Gamme ServoFit d'engrenages planétaires de précision sans jeu Stöber



Centrale hydraulique compacte Hawe Hydraulik montée sur machine-outil



Hawe Hydraulik/Feinmechanik Michael Deckel

et électrique », cette dernière étant prédominante dans les plus petites puissances (moins de 10 kW).

Vladimir Popov s'appuie, quant à lui, sur l'exemple d'une machine de cintrage de tube pour démontrer que « la solution électrique, en remplacement d'une solution hydraulique, a été plus rapidement rentabilisée ». Par ailleurs, Stöber a considérablement réduit le niveau de bruit et augmenté le couple des réducteurs pour chaque fonction de la dite machine.

Enfin, chez Bonfiglioli Transmissions, on cite l'exemple du remplacement d'un axe tout équipé en hydraulique par un axe électrique intégrant moteur brushless, variateur de fréquence et automate sur une machine en cours d'essais chez un des leaders mondiaux de la fabrication d'injecteurs pour l'automobile (6 pans usiné, taraudé avec une vitesse d'usinage de 0,4 seconde).

### NICHES

Alors bien sûr, face à cette déferlante, l'hydraulique se bat pied à pied pour essayer de conserver quelques positions sur le marché de la machine-outil.

« Les vérins hydrauliques représentent encore une solution valable en puissance et en précision sur certains mouvements annexes », constate à ce sujet Jean-Paul Bugaud.

Ces mouvements annexes à la fonction usinage et au fonctionnement de la machine proprement dits, peuvent concerner les pinces de serrage des outils et les étaux, par exemple, tandis qu'on pourra utiliser un vérin pneumatique pour supporter le poids de l'axe dans le cas de moteurs linéaires.

« On assiste, sinon à une disparition totale, du moins à un déplacement de l'hydraulique vers des applications bien particulières, voire annexes à la transmission de puissance proprement dite, telles que le traitement des fluides coupe », explique quant à lui Marc Mendowski. Olaer propose, à cet effet, les filtres Malhe à décolmatage automatique,



Bosch Rexroth

IndraDrive Mi : moteur et variateur tout en un

« Dans certains domaines, l'hydraulique reste indispensable du fait de ses performances en termes d'efforts importants et de puissance massive »



Leroy Somer

DIGITAX : Servovariateur pour machines-outils et machines spéciales

## HYDRAULIQUE ET ÉLECTRONIQUE

Et puis, la machine-outil constitue encore un marché de choix pour certains hydrauliciens. C'est le cas de Hawe Hydraulik qui continue de connaître d'importants succès avec sa gamme de centrales hydrauliques extrêmement compactes pouvant être intégrées directement dans des machines qui se doivent d'occuper le moins de place possible dans les ateliers, le prix du m<sup>2</sup> devenant très cher. « Ces systèmes, destinées à remplacer les installations déportées, présentent des avantages indéniables », explique Etienne Blanche. Cinq à six fois moins volumineuses que des centrales classiques à performances égales, voire supérieures, elles sont équipées d'un moteur électrique immergé présentant un meilleur rendement qu'un moteur refroidi

par air, d'où une réduction possible de 30 à 40% de la puissance installée et les économies d'énergie qui en découlent. La diminution des fuites internes rendue possible par des distributeurs à clapets se traduit par une moindre consommation d'huile, avec les conséquences positives sur l'environnement que cela implique.

« Très bien adapté aux attentes du marché en termes d'économie et d'écologie, ce produit permet à l'hydraulique de continuer à être présente sur les machines-outils où l'électricité est réservée aux efforts faibles et moyens, poursuit le directeur technique de Hawe Otelec. Ainsi, les dispositifs de bridage d'outils font appel à des vérins de faibles diamètres fonctionnant à des pressions élevées (jusqu'à 400 ou 500 bar), d'où le besoin d'énergie hydraulique ».

des systèmes de traitement des rejets et des groupes de contrôles de température des fluides de coupe.

Bernard Giraud, responsable de la division Electric Drive & Control chez Bosch Rexroth, se veut moins catégorique et préfère parler de « panachage » de l'hydraulique avec de l'électrique, quand l'application le requiert. « Dans certains domaines, l'hydraulique reste indispensable, du fait de ses performances en termes d'efforts importants et de puissance massive », remarque-t-il. Ce peut être le cas, par exemple, de l'injection plastique ou du cintrage de tubes où un axe hydraulique fonctionnera au milieu d'axes électriques. « L'hydraulique n'est donc pas "finie" dans ce domaine, même si beaucoup souhaiteraient s'en débarrasser », conclut Bernard Giraud.

Rien d'étonnant alors que la gamme de centrales compactes de Hawe se développe et connaisse de belles applications chez de nombreux constructeurs de machines-outils.

Enfin, dans ce domaine comme dans beaucoup d'autres, l'avenir de l'hydraulique réside sans doute dans son alliance avec l'électronique, qui « présente un certain nombre d'avantages », constate Jean-Paul Bugaud.

Et Bernard Smaguine d'affirmer sa conviction que si « l'hydraulique apparaît souvent comme le parent pauvre chez les concepteurs de machines, plus souvent spécialisés en mécanique ou en automatismes », son développement futur dépendra en grande partie d'une « association réussie avec l'électronique »...

#### PRÉCISION

Afin de gagner leurs lettres de noblesse dans le domaine des machines-outils, les transmissions de puissance - principalement électriques maintenant, on l'a vu - ont connu un accroissement notable de leurs performances au fil du temps. Cette évolution allant souvent de pair avec leur simplification.

« Les évolutions techniques poussent à de toujours plus hauts niveaux de précision », affirme Christophe Miocque. Spécialiste des crémaillères, réducteurs à jeu réduit et réducteurs planétaires, Atlanta Neugart propose notamment une nouvelle gamme de crémaillères de qualité Din 4 (au lieu des Din 6 à 10 proposées jusqu'alors). Cette avancée technologique lui a permis de revenir chez des constructeurs tels que l'américain Cincinnati...

« On recherche dans les machines spéciales de la vitesse et de la précision », indique-t-on également chez Bonfiglioli Transmissions, qui constate par ailleurs que « les puissances moyennes augmentent et par conséquent les tailles des réducteurs. Ceci pousse donc inévitablement le marché vers les réducteurs de type arbres parallèles et orthogonaux, et bien évidemment vers les planétaires ». Les responsables de



VARMECA : Moteur ou motoréducteur à vitesse variable intégrée pour application machine-outil

« L'utilisation d'un seul gros moteur avec des démultiplications multiples en fonction des opérations, a fait place à des motorisations partielles, individuelles par fonction »



KTR propose une large gamme d'accouplements rigides en torsion, tel le Radex NC à lamelles

KTR poursuit le développement des accouplements élastiques sans jeu. La version GSP est conçue pour l'entraînement de multibroches selon la norme DIN 69002, permettant la lubrification centrale des unités de perçage

Bonfiglioli ajoutent qu'ils sont « de plus en plus interrogés pour associer des moteurs brushless avec des réducteurs de technologie classique (engrenages, roue et vis). Le brushless n'est plus uniquement orienté vers les réducteurs à jeu réduit »... Conséquence : Bonfiglioli développe de nombreuses interfaces afin de lier tous les types de réducteurs aux motorisations brushless.

Leroy Somer, quant à lui, propose une gamme de moteurs asynchrones triphasés pouvant être associés à un réducteur ou à un frein pour utilisation dans les secteurs arrosés des machines-outils où ils sont soumis à des conditions d'utilisation difficiles et des ambiances corrosives. Dans ce contexte l'utilisation des LSMO permet de réduire sensiblement le nombre d'arrêt des machines. En découlent gains de productivité et réduction des coûts de maintenance.

D'une manière générale, Siam Ringspann fait remarquer que « les principes anciens de transmission en ligne, consistant à utiliser un seul gros moteur avec des démultiplications multiples en fonction des opérations, ont fait place progressivement à des motorisations partielles, individuelles par fonction ». L'objectif étant de réduire chaque puissance et de l'adapter exactement au besoin. L'énergie n'est consommée que lorsqu'une seule des fonctions est sollicitée.

Par ailleurs, en matière de machine-outil, la question de la puissance à la broche revêt également une importance toute particulière. Selon Rolf Bosshart, directeur de Nozag AG, « l'entraînement des broches de machines-outils est un sujet de plus en plus important. Il s'agit toujours d'assurer un positionnement précis avec une stabilité de charge ».

« Avec l'accroissement de la vitesse et la numérisation des variateurs, l'électro-broche est devenue la règle, précise Jean-Paul Bugaud. Mais ce composant intègre beaucoup de mécanique et n'aime pas les

chocs. L'avenir appartiendra donc aux électro-broches sur paliers magnétiques, plus onéreuses mais moins sensibles aux chocs ».

### ENTRAÎNEMENT DIRECT

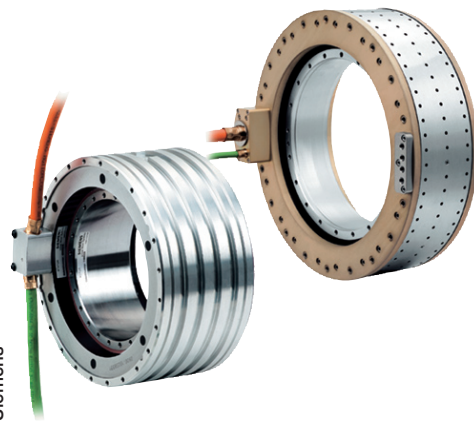
Les moteurs linéaires quant à eux, « de faibles puissances et précision au début des années 70, sont devenus très performants au cours de la dernière décennie », analyse Jean-Paul Bugaud. En outre, ils disposent maintenant d'un pilotage très précis, grâce à la numérisation qui leur a permis d'aborder un grand nombre de domaines d'application.

« Moteurs linéaires, moteurs couples et moteurs à haute vitesse, sont maintenant la norme, en éléments séparés ou directement intégrés dans la mécanique », constate notamment Bernard Giraud.

Louis Banon note ainsi une



Electro-broches complètes



Moteur couple à intégrer et moteur couple complet prêt à monter

« une progression de l'entraînement direct sans réducteur » et précise que « si, à la fin des années 90, les axes linéaires ont été parmi les premiers à être équipés de moteurs linéaires directs, les axes rotatifs se développent depuis quelques temps très rapidement en entraînement direct par moteurs couples et l'on peut penser que, d'ici quelques années, l'ensemble des axes de machines-outils seront en entraînement direct linéaire ou rotatif, avec une forte majorité d'axes rotatifs par moteurs couples ».

Le PDG d'Alxion distingue trois grandes raisons à cette évolution rapide vers l'entraînement direct, qui découlent directement de la suppression des réducteurs et des transmissions et de l'intégration complète des moteurs dans la mécanique de l'axe : leur fiabilité et une maintenance réduite, une précision



## LES POINÇONNEUSES AMADA BASCULENT VERS LE TOUT ÉLECTRIQUE

Les transmissions hydrauliques ont équipées les poinçonneuses Amada jusqu'à il y a trois ans, date à laquelle ont été lancées les premières machines électriques.

« Sur des poinçonneuses de 20 et 30 tonnes, l'hydraulique est très sollicitée et sollicite donc la mécanique de façon invraisemblable », explique Gilles Bajolet, PDG d'Amada Europe SA. Les pressions montent jusqu'à 300 bar pour actionner le marteau. L'hydraulique pilotée entraîne des chocs et certaines pièces du bâti encaissent jusqu'à 300 G, d'où des risques de fissures et de casses de matériaux.

En outre, l'huile hydraulique nécessitait une filtration dans des classes très élevées et devait être filtrée en cycles, d'abord à 5  $\mu$ , puis à 1  $\mu$  pour être compatible avec les servo-valves.

Des problèmes de maintenance pouvaient également survenir lors du changement de l'huile, si celui-ci n'était pas effectué dans les règles de l'art. « Ces systèmes haute pression sont donc fragiles et nécessitent beaucoup d'énergie car leur rendement est faible, affirme Gilles Bajolet. Outre la nécessité d'installer de gros réservoirs d'huile, l'utilisation de systèmes de refroidissement se révélait aussi très coûteuse en énergie ».

C'est pour cet ensemble de raisons que la « bascule » vers l'électrique a eu lieu il y a trois ans.

Plusieurs systèmes ont alors été développés par Amada pour équiper les nouvelles poinçonneuses, fruits de l'importance que revêt la recherche-développement dans l'entreprise et de la forte sensibilité des japonais aux questions écologiques et de développement durable.

Breveté Amada, le système de frappe AC Servo Direct Twin Drive consiste en deux servo-moteurs directement connectés à l'arbre de presse et développant un couple important, donc des cadences très élevées. Avantage du système : en fin de cycle, l'énergie dissipée est récupérée et ré-utilisée dans la phase suivante. En outre, ce système se traduit par davantage de précision grâce à une gestion très rigoureuse de la course du poinçon.

Résultat : les machines EM haut de gamme de 30 tonnes, qui consommaient environ 20 kW (pour une cadence de 450 coups) avec les transmissions hydrauliques, ont vu leur consommation ramenée à 5 kW avec le nouveau système électrique, soit quatre fois moins ! « Tout cela en n'employant qu'une seule source d'énergie, en évitant toute pollution et en bénéficiant d'une maintenance réduite », énumère Gilles Bajolet.

### PILOTAGE PAR SERVO-MOTEUR

Les machines Amada de 20 T sont, elles aussi, passées à l'électrique, et ont été équipées du système de frappe Amada Single Electric Drive, très compact, qui permet de transformer le mouvement rotatif d'un servo moteur en mouvement linéaire du marteau.

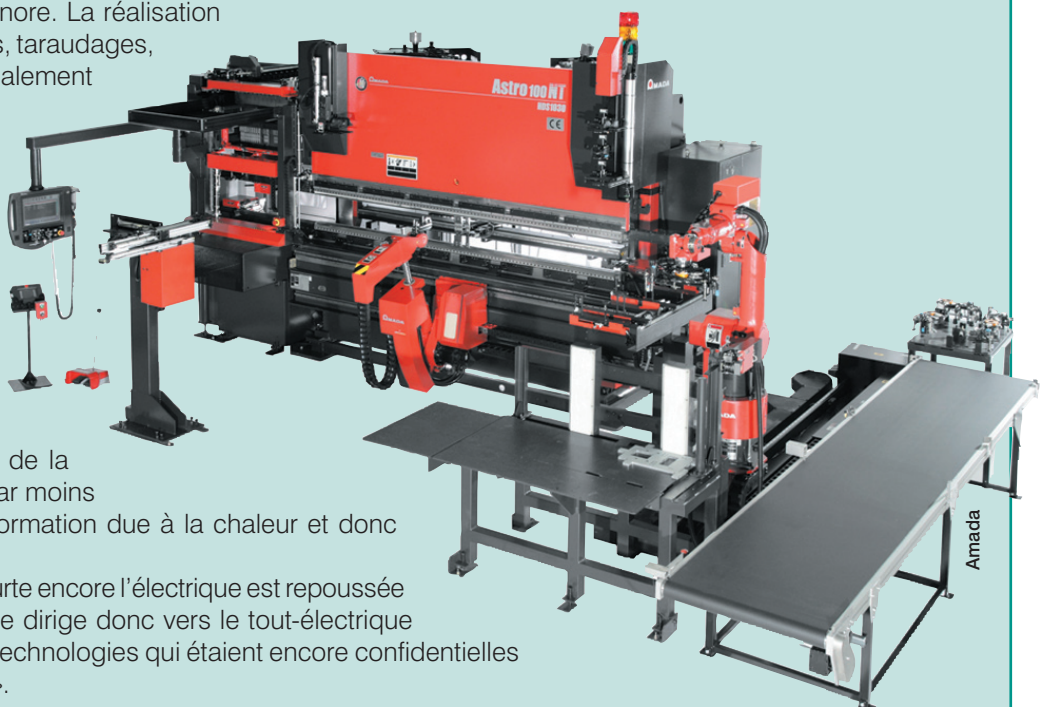
Son pilotage par servo-moteur permet en outre de réaliser un formage très précis et d'obtenir une baisse appréciable de niveau sonore. La réalisation de nombreuses autres opérations (petits pliages, taraudages, découpe laser sur certaines machines...) est également possible.

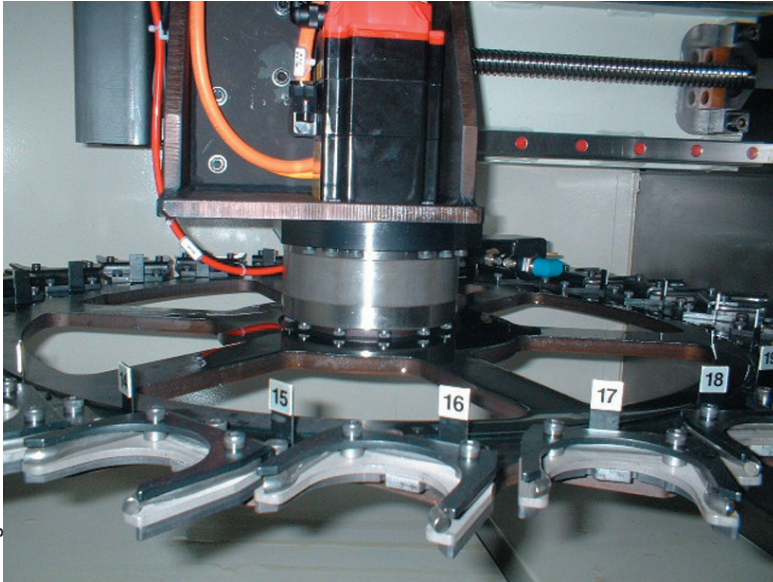
Là encore, la comparaison avec l'hydraulique tourne à l'avantage de l'électrique puisque le rapport de consommation est de 1 à 3.

A noter cependant que les dernières presses-plieuses d'Amada, sur lesquelles les forces en présence sont plus importantes, fonctionnent, elles, avec une technologie hybride électrique/hydraulique.

C'est le cas de l'Astro 100 HDS sur les cellules-robots. Le servo-moteur n'y est sollicité que quand on en a besoin. Outre une baisse de la consommation d'huile, ce système se traduit par moins d'échauffement sur le bâti, d'où moins de déformation due à la chaleur et donc plus de précision.

Quoiqu'il en soit, « la limite haute à laquelle se heurte encore l'électrique est repoussée d'année en année, conclut Gilles Bajolet. On se dirige donc vers le tout-électrique avec de plus en plus de moteurs linéaires. Ces technologies qui étaient encore confidentielles et très coûteuses il y a peu ont fait leur preuve ».





Nozag

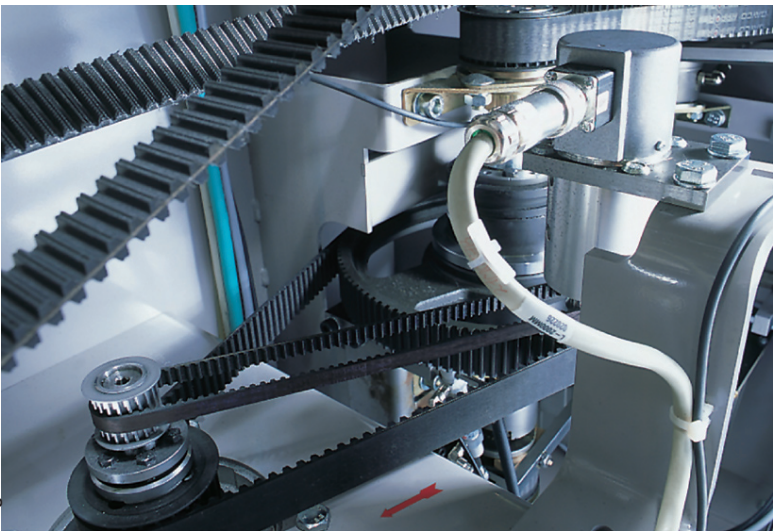
Entraînement électro-mécanique avec éléments constitutifs sans jeu pour un positionnement précis et un serrage stable du changeur d'outils sur une machine-outil.

accrue en positionnement ou en vitesse de travail à basse vitesse et une dynamique accrue. A cet effet, les moteurs couples d'Alxion permettent de maximiser le couple massique et volumique tout en minimisant le couple d'encochage et les harmoniques de couple, d'où une grande régularité de rotation à basse vitesse. Ces moteurs sont utilisés sur des têtes de fraisage, des centres d'usinage, des plateaux rotatifs, des magasins changeurs d'outils ou encore en fonction mixte axe et broche.

### SOLUTIONS COMPLÈTES

« On trouve de plus en plus de moteurs linéaires à entraînement direct ou de moteurs couples », constate lui aussi Fabrice Vandebrouck chez Siemens.

Il cite notamment les moteurs 1FN, qui forment un système d'entraînement linéaire direct conçu pour les machines modernes (UGV, usinage de formes, rectification, découpe laser, manipulateur...). Ces moteurs transmettent la force de déplacement sans contact. Leur circuit de refroidissement de précision



Angst + Pfister

Angst + Pfister fait remarquer que la courroie trapézoïdale est de moins en moins utilisée au profit de la courroie synchrone, qui elle-même évolue grâce aux travaux effectués au niveau de la forme de la denture afin de diminuer le niveau sonore et d'auto-aligner les courroies par rapport aux poulies. On utilise maintenant la courroie PU pour du transfert de pièces.

permet de limiter les dilatations thermiques vers la mécanique et donc d'accroître la précision de positionnement (de l'ordre du nanomètre). Les moteurs couple 1FW, quant à eux, sont conçus pour fournir des couples importants et une grande qualité de régulation à faible vitesse de rotation pour des applications de transferts rotatifs, axes rotatifs pour usinage 5 axes, magasins d'outils, broche de tournage... Au-delà des produits seuls, « l'avantage de Siemens réside dans une palette de produits - moteurs, électro-broches, variateurs, éléments d'armoires électriques... - permettant de proposer des solutions de A à Z sur une machine-outil », précise Fabrice Vandembrouck. Les avantages sont multiples : prix " package " intéressant, rationalisation des stocks, diminution du nombre de références, compatibilité des produits, le tout sous tendu par la présence internationale de Siemens... Chez Stöber, Vladimir Popov met aussi en avant la limitation du nombre de fournisseurs rendue possible par l'emploi de moteurs linéaires et de moteurs couples sur les machines-outils. En ce qui concerne la machine spéciale, cependant, le responsable de la filiale française estime que « ces solutions sont généralement trop chères et les applications avec moteurs +



Applications des groupes froids Olaer : les machines travaillent de plus en plus et les besoins de contrôle de la température de tous les matériels, même électriques, vont s'accroître. En contrôlant la température, on réalise des gains de précision car on réduit les phénomènes de dilatation/restriction engendrés par les variations de températures.

réducteurs ou poulies plus intéressantes... Dans ce dernier domaine, Stöber apporte des solutions permettant de simplifier la machine, comme par exemple, la possibilité de piloter quatre moteurs brushless avec un seul servoconvertisseur, de manière séquentielle...

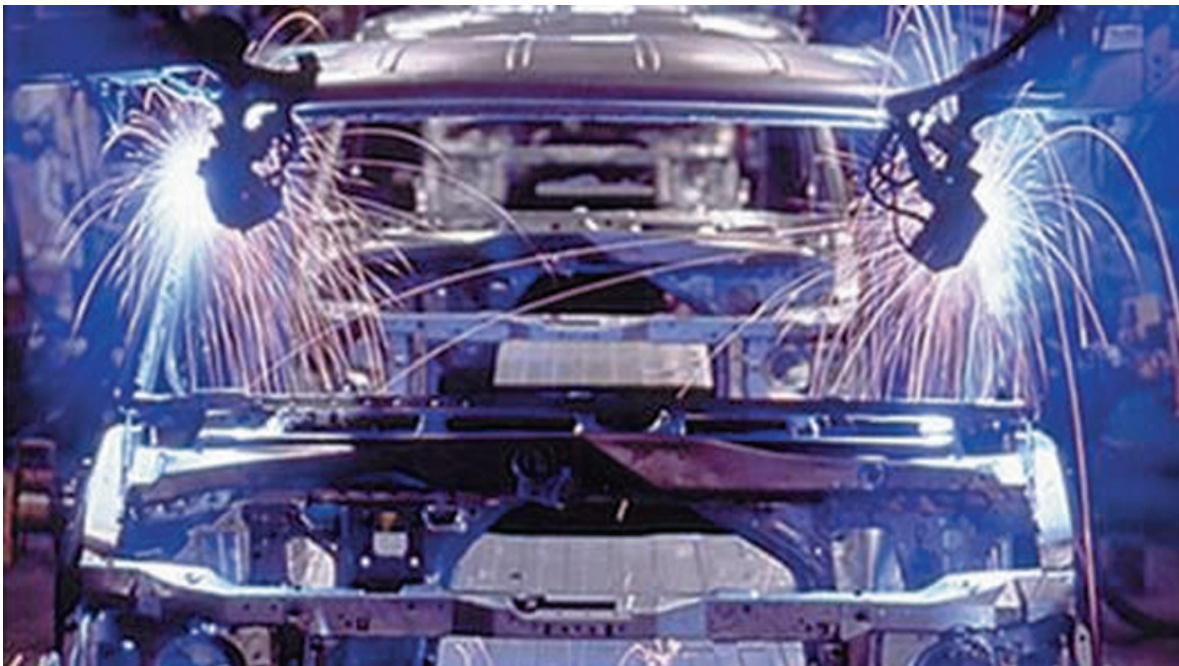
### VITESSE VARIABLE

Autre évolution remarquable dans le domaine des systèmes de transmission montés sur machines, l'arrivée en force de la variation de vitesse.

« Les systèmes de transmission tout ou rien ont laissé la place à la vitesse variable et au contrôle électronique de position, avec des avantages importants en termes de souplesse, précision et économie d'énergie », explique André Denis. Esco Transmissions s'est ainsi attaché à développer son offre en matière de variateurs et de servo-moteurs. « Le domaine du servo-moteur comprend l'aspect matériel, mais surtout la programmation, précise André Denis. Le service doit être associé au produit et nous nous développons dans cette voie ». C'est également le cas de la société Leroy-Somer, qui propose, avec le Varmeca, variateur électronique de vitesse intégré dans la boîte à bornes d'un moteur ou d'un motoréducteur, « la plus large gamme du marché : 0,25 à 11 kw ! » Résultat : une optimisation du couple sur toute la plage de vitesse. A noter que les nouveaux servoréducteurs Dynabloc de Leroy-Somer, associés à ses variateurs électroniques, sont particulièrement adaptés à des secteurs comme la machine-outil.

Enfin, Leroy-Somer a lancé le Digitax ST, servovariateur « intelligent, compact et dynamique », conçu pour satisfaire les besoins des process de précision et des asservissements de hautes performances.

Chez Siemens, les servomoteurs sont optimisés pour fonctionner avec les variateurs Sinamics, Simodrive et Masterdrive. « Les servomoteurs synchrones occupent une place prépondérante dans la réalisation de



Esco Transmissions

Les systèmes de transmission tout ou rien ont laissé la place à la vitesse variable et au contrôle électronique de position, avec des avantages importants en termes de souplesse, précision et économies d'énergie.

mouvements complexes tels que la régulation de position », note Siemens qui, avec sa gamme 1FT6, propose des produits parfaitement adaptés à des machines-outils haute performance, rectifieuse, aléseuse, rodeuse... Le servomoteur synchrone 1FK7, quant à lui, se veut « universel » et répond aux applications les plus variées du fait d'un large choix de systèmes de mesure et de réducteurs.

Enfin, les secteurs de la machine-outil et de la machine spéciale trouveront également leur bonheur avec les servomoteurs asynchrones 1PH7 de Siemens qui disposent de deux atouts principaux : un moindre coût et des puissances très élevées (jusqu'à 385 kW en hauteur d'axe 280).

### INTÉGRATION DE FONCTIONS

Chez Bosch Rexroth, on met notamment l'accent sur les fonctions de sécurité, qui sont maintenant intégrées dans les variateurs. Bernard Giraud cite ainsi le « Drive Lock », qui permet le verrouillage de l'entraînement à l'arrêt, ou la fonction « Safety » qui autorise la programmation de certains paramètres de sécurité (blocage d'un asservissement lors de l'ouverture d'une porte, vitesse réduite, interdiction d'un sens de rotation...).

En règle générale, précise Bernard Giraud, « les variateurs deviennent de plus en plus intelligents et intègrent les fonctions », ce qui permet de littéralement « mettre l'applicatif dans le variateur » et, ainsi, baisser les coûts et gagner en rapidité. Enfin, le variateur est souvent positionné avec le moteur, permettant de réduire la taille de l'armoire de la machine et gagner en efficacité énergétique (la climatisation des armoires devient superflue).

Grand spécialiste de l'automatisme sur base PC, Beckhoff Automation conçoit et fabrique également ses propres variateurs permettant de commander des moteurs brushless, asynchrones, linéaire ou couple.

« Le but est de les intégrer de manière optimale dans le réseau EtherCAT que nous soutenons, précise Pierre Hervy. Nous pouvons ainsi gérer la position du moteur toutes les 250µs ». Beckhoff, qui vient notamment d'élargir sa gamme de servomoteurs pour des applications hautement dynamiques avec des charges élevées, ainsi que de variateurs EtherCAT, propose en outre son système Control Panel, interface homme-machine, pour le contrôle des machines-outils CNC...

Enfin, des solutions intéressantes et originales sont également proposées par Vassal Motoréducteurs, qui estime être « le

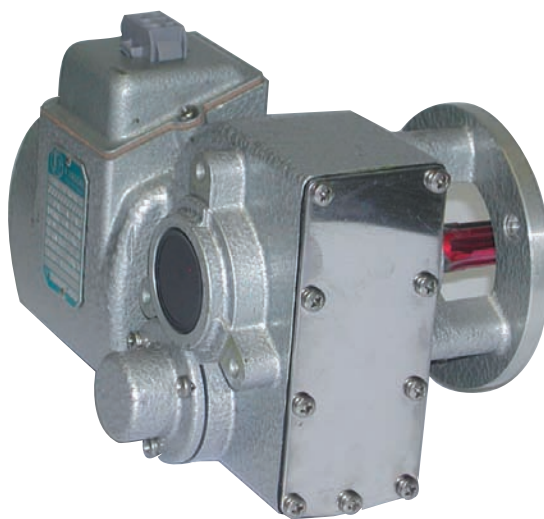


New Mat

**Axe Yamaha :** Exemple d'application sur un axe électrique à double chariots automoteurs linéaires indépendants se présentant tels une poutre transversale au-dessus d'un tour classique.

Un des plateaux est porteur d'une préhension de déchargement et maintenu en attente près du mandrin alors que, pendant ce temps, l'autre plateau dépalettise, côté opposé, une pièce à usiner. Dès l'usinage terminé, le premier plateau saisit la pièce travaillée et l'extrait simultanément, juste avant l'arrivée du deuxième au droit du mandrin.

Ainsi, les temps de transferts distincts l'un de l'autre, se conjuguent afin que les opérations de prise et de dépose s'enchaînent avec celles de déchargement de la machine sur un temps très bref.



Les moteurs de Vassal Motoréducteurs peuvent, en fonction des applications, aller de 10.000 tr/minute à 1 tr/jour, voire même 1 tr/semaine

seul à faire de "l'asynchrone synchronisé", pour reprendre les termes de Michel Rochefort, directeur commercial. Le pilotage de plusieurs moteurs avec un seul variateur permet d'obtenir une vitesse parfaitement synchrone.

« Vassal Motoréducteurs maîtrise tant la partie mécanique que la partie électrique, sans aucune limite dans chacun de ces domaines », affirme Michel Rochefort. De fait, ses moteurs peuvent, en fonction des applications, aller de 10.000 tr/minute à 1 tr/jour (par exemple sur de grands télescopes), voire même 1 tr/semaine, comme sur les fours tunnels utilisés pour la cuisson de la céramique dans le domaine aérospace... ■