

## Moteurs et variateurs

# Pour un rendement optimal

Les moteurs se retrouvent dans tous les secteurs d'activités et représentent une part très significative de la consommation électrique des sites où ils sont implantés. D'où l'importance accordée à leurs performances et à leur efficacité : l'évolution des normes concernant leur rendement en atteste. **Leur combinaison avec des variateurs appropriés va dans ce sens et le retour sur investissement est souvent plus rapide qu'attendu.**

► **Compacité, productivité, sécurité, convivialité, dialogue avec les bus de terrain, adaptation à l'application et solutions « plug & play »** prêtes à l'emploi figurent en bonne place parmi les exigences du marché en matière de moteurs et variateurs. « L'utilisation de la variation de vitesse répond à l'ensemble de ces évolutions, constatent de concert Eric Moreau, et Frédéric Barbarit, respectivement responsables marketing Moteurs et Variation de vitesse chez Leroy-Somer. Si 20% des moteurs industriels étaient équipés de variateurs de vitesse il y a à peine cinq ans, cette proportion devrait passer à 40/50% dans les cinq années qui viennent ».

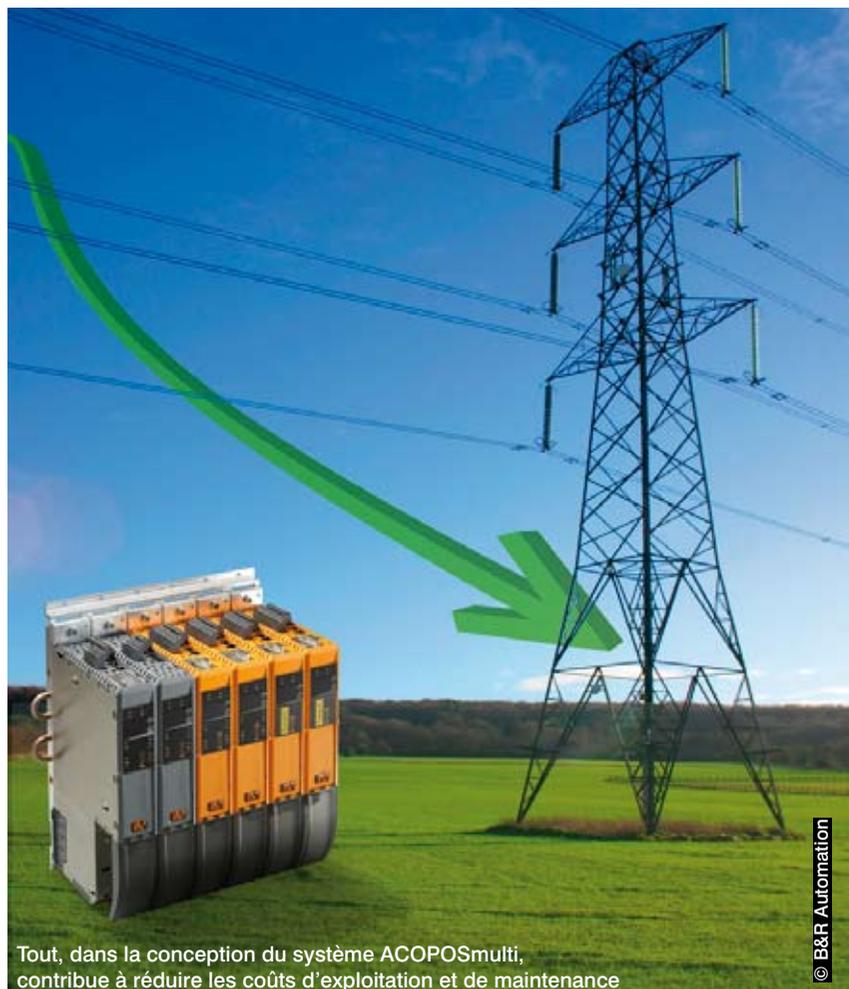
« Il faut savoir que la consommation électrique d'un moteur représente un poste dont le coût reste important, a fortiori lorsque le moteur

est utilisé dans des entraînements dont le cycle inclut des périodes de fonctionnement à vide », renchérit Jean-Michel Leaud, responsable Produits électroniques et Variateurs de fréquence chez Nord Réducteurs Drive Systems. A cet égard, poursuit-il, « l'adéquation d'un moteur



© Schneider Electric

Variateur de vitesse  
Altivar 312



Tout, dans la conception du système ACOPOSMulti, contribue à réduire les coûts d'exploitation et de maintenance

© B&amp;R Automation

à haut rendement avec un variateur de fréquence gérant la magnétisation du moteur donne un couple idéal pour permettre des économies d'énergie ».

En outre, précise Fabrice Vandembrouck, chef de produits chez Siemens, « il est préférable que les deux éléments soient conçus par le même fournisseur dans un souci de compatibilité et de maîtrise de la chaîne d'asservissement »...

## Compacité

**Car le marché est particulièrement friand de solutions toujours plus compactes**, à performance égales voire supérieures bien sûr ! « Des matériels compacts et un encombrement réduit » figurent ainsi parmi les demandes les plus fréquentes relevées par Gérard Berjonneau, directeur France de Schischek Sarl.

Une tendance également notée par Vladimir Popov, responsable de la filiale française de Stober, selon qui « les clients demandent des solutions compactes avec variateur intégré ». « Générer un maximum de couple dans un format aussi compact que possible, c'est l'objectif de la plupart des développements autour des moteurs », complète Pierre Hervy, chez Beckhoff Automation. Et cela, alors même que les charges à déplacer ont tendance à augmenter. Ce qui a amené Beckhoff à développer des moteurs permettant de conserver un rapport inertiel correct sans réducteur, parfaitement adaptés à des applications plateaux tournants, par exemple.

Conçu pour piloter et synchroniser tous types de moteurs dans des applications multi-axes, le système ACOPOSMulti de B&R Automa-



© Mitsubishi Electric

Chez Mitsubishi Electric, les variateurs possèdent des algorithmes d'auto-réglage avec le moteur permettant ainsi l'utilisation de l'ensemble des moteurs du marché

tion, quant à lui, comprend même des modules servo-varianteurs « doubles » : « la conception modulaire de ce système permet d'optimiser chaque configuration matérielle en fonction des besoins de la machine et, au final, l'encombrement dans l'armoire électrique diminue, de même que le coût de la configuration matérielle », explique Olivier Rambaldelli.

Bosch Rexroth n'est pas en reste qui propose les solutions compactes "tout en un" IndraDrive Mi, combinaison intelligente servomoteur/varianteur constituant un entraînement déporté à hautes fonctionnalités et qui se traduit par 50% de compacité en plus par rapport aux moteurs standard.

Compacité rime également avec fonctions intégrées. Autmane Hamma, responsable Variation de vitesse et SAV chez Esco Transmissions, constate « l'intégration en standard dans les variateurs du filtre CEM et

de la fonction d'arrêt d'urgence normalisé ainsi que de nouvelles fonctionnalités comme la fonction PID inversé ». C'est ainsi que le SJ700 devient un variateur intelligent et complètement autonome grâce à sa fonction automate intégrée.



Danfoss Drives propose son nouveau variateur VLT® Low Harmonic Drive (160-710 kW) à rendement élevé qui continue à réguler le réseau d'alimentation et les conditions de charge sans affecter les performances du moteur

## Convivialité

**Les solutions proposées se doivent également d'être conviviales.**

« Les fabricants de machines souhaitent n'avoir qu'à assembler les composants mécaniques et électroniques et nous devons donc leur fournir des éléments qui "s'emboîtent" », explique Yannick Ingueneau, promoteur de solutions pour machines de production chez Siemens. C'est ce que Festo appelle les solutions « Plug & Work » qui s'apparentent à « des systèmes se réglant automatiquement en un minimum de temps », selon Nicolas Vujic, responsable Produits électriques.

« Nos clients recherchent des produits simples et conviviaux, notamment au niveau des interfaces opérateur et des logiciels de programmation via PC », remarque la société Gefran France SA qui « s'inscrit dans cette démarche avec un seul câble et un seul logiciel pour toute sa gamme motion » et dont

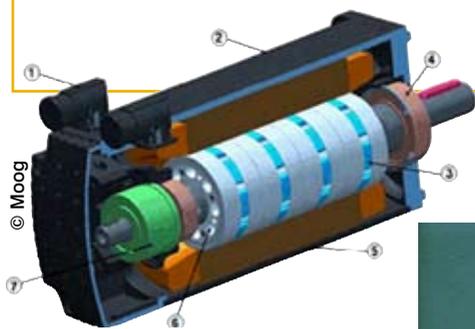
la nouvelle plateforme de développement comprend une Pocket de programmation incluse dans chaque drive permettant un interface homme/machine simple, intuitif et fonctionnel.

Chez Mitsubishi Electric, les variateurs possèdent des algorithmes d'auto-réglage avec le moteur permettant ainsi l'utilisation de l'ensemble des moteurs du marché. « Un logiciel de programmation intuitif et de nombreuses possibilités de communication offrent une simplification de l'intégration et de la mise en œuvre », ajoute Alain Godard, responsable technique et marketing Industrial Automation.

« L'intégration des variateurs dans les réseaux de bus de terrain » est une évolution notable, fait remarquer Autmane Hamma (Esco Transmissions). Le type de bus dépend alors du marché concerné. Ainsi, le bus IGB inclut dans le nouveau variateur SDS5000 de Stober, par exemple, permet de communiquer avec plusieurs variateurs sans changer de PC. La maintenance à distance est également possible en se connectant sur un réseau avec un modem.

Les pilotages par bus de terrain sont également à l'honneur chez A2V dont le variateur SimplIQ et sa version durcie ExtriQ pour environnements extrêmes sont pilotables par CANopen DS 301, DSP 305, DSP 402 et RS-232.

Bosch Rexroth a lancé IndraMotion MLD, solution mono ou multi-axes avec soft automate embarqué et communication Ethernet. « La MLD, explique Bosch Rexroth, allie la technique des entraînements aux performances dynamiques très élevées et des cycles d'asservissement



© Moog  
 Vue en coupe d'un moteur Fastact série J à refroidissement naturel et par eau

très courts à la technique de sécurité certifiée ainsi que l'intégration Motion Logic performante et ouverte. »

Beckhoff propose, quant à lui, des variateurs communiquant sur EtherCAT, permettant ainsi de gérer 100 axes en  $100\mu s$  pour une meilleure régulation et réaction de l'axe.

Et en complément aux bus « conventionnels », Berger Lahr (Schneider Electric) vient d'intégrer Industrial Ethernet aux entraînements compacts IclA



Sprint Electric note une demande du marché pour des variateurs plus puissants

© Sprint Electric

## Sécurité

Les moteurs et variateurs doivent également s'adapter aux exigences du marché en termes de sécurité générées par les nouvelles réglementations dont la Directive Machines constitue un bon exemple.

Il s'agit notamment de s'assurer que le moteur ne bougera pas quand un opérateur entre dans la machine afin d'effectuer une réparation ou encore de pouvoir faire tourner la machine avec un couple vitesse réduit en toute sécurité lors d'une mise au point.

La solution TwinSafe de Beckhoff, par exemple, répond à ces exigences avec des niveaux de sécurité certifiée

par des organismes qualifiés (niveau SIL3 selon IEN954). Autre réponse, celle de Siemens, qui met en œuvre des solutions de sécurité active « intégrée et fonctionnelle » qui permettent de contrôler en toute sécurité la machine en fonctionnement, carter ouvert. Bref, « plus question d'insérer un contacteur en sortie de variateur pour sectionner l'alimentation du moteur pour être certain qu'il n'y a plus de tension sur le moteur, s'écrit Jean-Michel Leaud (Nord-Réducteurs). Une simple commande 24V venant d'une boucle de sécurité répond à la norme d'arrêt de catégorie 0/1 catégorie de sécurité 3 ».

Dans le domaine de l'Atex, Jean-Michel Leaud ajoute que « les moteurs à sécurité augmentée certifiés Ex e permettent le couplage avec un variateur de fréquence sans certification supplémentaire, combiné avec une surveillance de la température et un réglage des paramètres de fonctionnement défini, en



Variateur décentralisé

© Siemens

accord avec les spécifications de protection contre les explosions, catégorie 2G pour les zones 1 et 2 ». Résultat : une réduction de 40% des coûts et de 60% du poids par rapport à une solution avec moteur encapsulé et pressurisé !

Les nouveaux variateurs PowerFlex 755 de Rockwell Automation intègrent également une fonction sécurité qui permet de s'affranchir des contacteurs pour couper la puissance. Ces modèles proposent deux niveaux de sécurité : de base ou avec relais de sécurité pour contrôler la vitesse. Rockwell, qui fournit également des composants de sécurité, « occupe une position de pointe dans ce domaine », estime Fabrice Poulet, spécialiste des produits Variateurs. « Les puissances admissibles par ce genre de produit augmenteront significativement à l'avenir », pronostique-t-il. Quant à la nouvelle génération d'entraînements IndraDrive de Bosch Rexroth, elle est dotée de nombreuses fonctions de sécurité gérées directement par l'entraînement sans passer par le système de commande. Résultat : des temps de réaction plus courts, même pour les dynamiques d'entraînement les plus élevées.

## Variateur « propre »

**Les spécialistes de la variation de vitesse lancent par ailleurs de nouvelles solutions** en réponse aux problèmes de distorsions harmoniques auxquels les utilisateurs sont de plus en plus confrontés. Les harmoniques perturbent les réseaux d'alimentation et les équipements sensibles et peuvent causer des pertes en ligne dans les réseaux de distribution. Les producteurs et distributeurs d'énergie ont donc imposé des normes en matière de qualité des réseaux, D'où la demande croissante des utilisateurs de solutions permettant la réduction des harmoniques. C'est dans le but de réduire au minimum cette pollution harmonique qu'ABB a lancé dès 2005 des variateurs « propres ». « Les modèles ACS800 réduisent le taux d'harmonique à moins de 5% tout en supprimant la



Les moteurs LSRPM de Leroy-Somer, couplés avec des variateurs PowerDrive ou Unidrive SP, se traduisent par des économies substantielles

© Leroy Somer

nécessité de filtres externes ou de transformateurs multi-enroulements, réduisant ainsi au minimum le câblage et l'espace nécessaires », explique Philippe Brem, responsable Variateurs BT chez ABB France.

Dans ce cadre, Danfoss Drives propose son nouveau variateur VLT® Low Harmonic Drive (160-710 kW) à rendement élevé qui continue à réguler le réseau d'alimentation et les conditions

tilateurs ou les compresseurs centrifuges. Le responsable Variateurs BT d'ABB France note qu'en dépit de certaines réticences de la part d'un milieu assez conservateur, le retour sur investissement d'un variateur peut être très rapide : de quelques mois à 2 ou 3 ans selon l'application. « Pour les applications quadratiques comme les ventilateurs ou les pompes, la variation de vitesse est très utile car diminuer la vitesse de 10%

## « Parler d'efficacité énergétique est une évidence dès lors que l'on évoque la variation de vitesse »

de charge sans affecter les performances du moteur. « La surtension nécessaire n'altère pas la tension moteur, explique Tony Tarmis. Les pics de tension moteur sont réduits de 15 à 20% comparés à d'autres technologies, ce qui engendre une forte réduction des coûts de consommation d'énergie. Il mesure la distorsion harmonique et ne corrige que ce qui est nécessaire ».

### Efficacité énergétique

**Le problème de la consommation énergétique des équipements n'est jamais très éloigné des préoccupations des utilisateurs.** Mais, selon Philippe Brem, « parler d'efficacité énergétique est une évidence dès lors que l'on évoque la variation de vitesse ». Et, de fait, il y a un important gisement d'économies à réaliser sur des équipements comme les ven-

revient à baisser de 30% la consommation électrique ! », renchérit Jean-Michel Leaud (Nord Réducteurs). Edouard Van den Corput (Schneider Electric) met en évidence les nouvelles réglementations qui poussent dans le sens des économies d'énergie, que ce soit dans le domaine des bâtiments (NF15232) ou sur les infras-



Les modèles ACS800 réduisent le taux d'harmonique à moins de 5% tout en supprimant la nécessité de filtres externes ou de transformateurs multi-enroulements, réduisant ainsi au minimum le câblage et l'espace nécessaires



Rockwell Automation

Les nouveaux variateurs PowerFlex 755 de Rockwell Automation intègrent également une fonction sécurité qui permet de s'affranchir des contacteurs pour couper la puissance

structures et sites industriels (avec les nouveaux Certificats d'Economie d'Énergie). « Dans le domaine des économies d'énergie, les variateurs de la gamme Altivar s'adaptent à tous les segments de marché », affirme-t-il. Et quelque soit la solution retenue, Schneider Electric s'engage à fournir à ses clients « un retour sur investissements toujours inférieur à la période de garantie de ses produits ».

« Tous nos variateurs intègrent des fonctions d'économie d'énergie », note, quant à lui, Alain Godard et Mits-

bishi Electric vient également de sortir un variateur avec fonction de régénération.

« Nos clients nous demandent des variateurs plus puissants, constate Gary Keen, directeur des ventes monde de Sprint Electric. Ils ont également besoin de variateurs 4 quadrants avec récupération sur le réseau de l'énergie gé-



Bosch Rexroth

Solution mono ou multi-axes avec soft automate embarqué et communication Ethernet

## Une nouvelle norme sur les classes de rendement des moteurs asynchrones BT

« Dans le cadre de son programme de réduction des consommations énergétiques et des émissions de CO<sub>2</sub>, l'Union européenne (UE) avait créé trois classes de rendement pour les moteurs asynchrones basse tension (BT) : EFF1, EFF2 et EFF3, la classe EFF1 étant la plus élevée, explique ABB France. Lors de son introduction en 1998, cette initiative spécifiait que le rendement devait être mesuré conformément à la norme EN/CEI 60034-2:1996. Cette dernière est désormais remplacée par une nouvelle norme de la CEI (Commission électrotechnique internationale), CEI 60034-2-1, entrée en vigueur en septembre 2007 et qui instaure de nouvelles règles pour les méthodes de mesure du rendement des moteurs.

Une autre modification majeure est en préparation. L'entrée en vigueur de la future norme européenne CEI 60034-30 sur les classes de rendement des moteurs asynchrones BT est prévue dès 2009, mettant un terme à la situation actuelle avec une multitude de systèmes de classification et de réglementations à travers le monde.

Si, à la fois, l'ancienne et la nouvelle norme concernent les moteurs asynchrones à cage triphasés, le champ d'application de la nouvelle norme est quelque peu plus large que la classification européenne actuelle en termes de puissance (0.75kW à 375kW) et de polarité (2, 4 et 6 pôles). Elle s'applique aux moteurs destinés à être raccordés directement au ré-

seau jusqu'à 1000 volts ; en cas de pilotage en vitesse variable, le marquage de rendement ne s'appliquera plus. Les moteurs conçus spécifiquement pour être commandés par convertisseurs de fréquence sont exclus, tout comme les moteurs possédant un système d'isolement spécial (moteurs de désenfumage...). Enfin, les moteurs pour atmosphères explosives (ATEX) seront couverts par la norme.

La nouvelle norme spécifierait quatre classes de rendement différentes : IE1 à IE4, la classe IE4 étant la plus élevée (IE = International Energy Efficiency Class). Ces classes sont basées sur des classifications internationales existantes comme les classes européennes CEMEP (EFF) et les classes nord-américaines NEMA. Aux termes de la nouvelle norme, EFF1 devient IE2 et EFF2 devient IE1. Les moteurs de classe EFF3 ne sont plus couverts dans la gamme de puissance définie ».

« S'appuyant sur cette nouvelle norme, une directive européenne Eup (Energy-using Products) a été votée le 22 juillet 2009, précise Leroy-Somer. Elle impose aux états membres l'utilisation de moteurs de classe de rendement IE2 à partir de juin 2011 et de classe IE3 (ou IE2 + VSD) à partir de janvier 2015 ou 2017 suivant les puissances. Les moteurs concernés par la directive sont principalement 2, 4 ou 6 pôles de 0.75 à 375 kW, IP 2x à IP 6x, usage général. Les motoréducteurs, les moteurs avec accessoires comme codeur, ventilation forcée... sont eux aussi concernés ».

nérée par le moteur ». Sprint Electric a ainsi participé à un projet impliquant la fourniture de deux gros variateurs numériques 4 quadrants pour la récupération sur le réseau de l'énergie générée par les vagues.

La technologie des moteurs synchrones à aimants permanents s'inscrit pleinement dans cette recherche d'économie d'énergie. Ainsi, les moteurs LSRPM de Leroy-Somer, couplés avec des variateurs PowerDrive ou Unidrive SP, se traduisent-ils par des économies substantielles, tandis que le servomoteur Unimotor fm piloté par le nouveau servovariateur Digitax ST (ou un Unidrive SP) constitue une réponse optimum aux applications à haute dynamique : machines transfert, conditionnement, imprimerie, découpe laser, machines spéciales...

La nouvelle gamme de servomoteurs Fastact série J que vient de lancer Moog répond également à cette problématique. Ces moteurs synchrones à aimants

permanents, destinés aux applications d'asservissement à haute dynamique impliquant des temps de positionnement égaux ou inférieurs à 15 ms, se distinguent par des accélérations angulaires très élevées. Les Fastact série J se traduisent par d'importantes réduction de coûts dans de nombreux domaines (presses à injecter, machines de moulage sous pression...).

A noter enfin que Siemens vient de lancer la nouvelle gamme de moteurs linéaires synchrones 1FN6 dont la partie secondaire est dépourvue d'aimants. Ce concept breveté en fait une solution plus économique, notamment en cas de longues courses de déplacement.

## Coût total de possession

**Le coût des solutions proposées demeure donc un critère primordial aux yeux des utilisateurs.** Là encore, les réponses des spécialistes sont nombreuses et variées. Beckhoff Automation propose ainsi des variateurs permettant de commander deux moteurs indépendants, quelque soit leur puissance, pour un courant nominal total de 12A maximum. « La partie alimentation et récupération d'énergie est commune pour les deux axes, diminuant ainsi le coût par axe », note Pierre Hervy.

Chez B&R, Olivier Rambaldelli fait remarquer que « tout, dans la conception



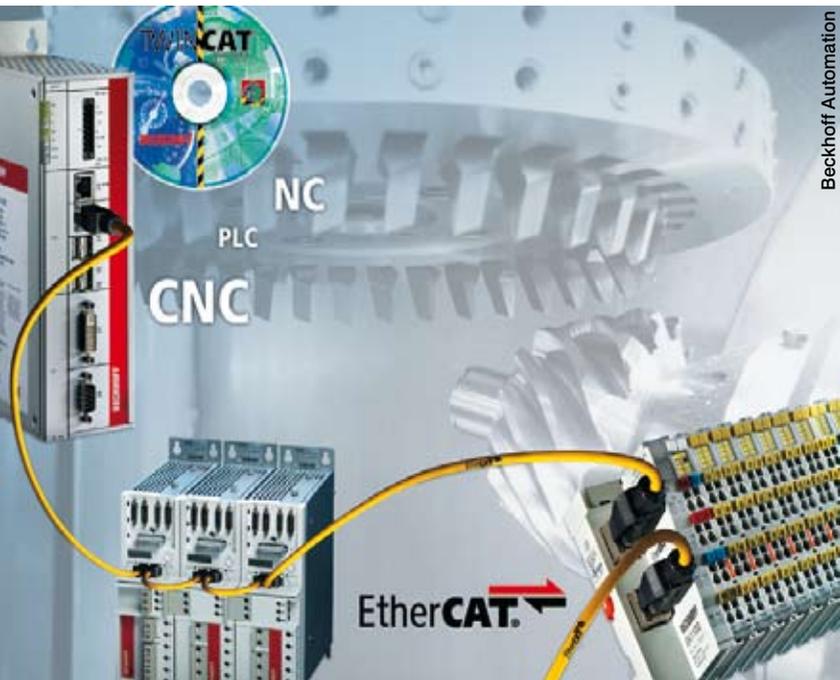
Gamme de variateurs ADV 200

© Gefran

du système ACOPOSmulti, contribue à réduire les coûts d'exploitation et de maintenance » : modes de refroidissement s'affranchissant des climatiseurs, correction du facteur de puissance, récupération de l'énergie de

freinage, réinjection réseau avec le module d'alimentation actif...

D'une manière générale, les économies « de bout de chandelle » ne constituent pas une solution efficace à terme. « L'industriel qui se contente



Beckhoff propose des variateurs communiquant sur EtherCAT, permettant ainsi de gérer 100 axes en 100µs pour une meilleure régulation et réaction de l'axe.

d'appliquer la logique du moindre prix d'achat se tire une balle dans le pied ! », martèle Fabrice Poulet (Rockwell Automation) qui fait remarquer d'une part que « l'utilisation d'un moteur à haut rendement s'avère très rapidement rentable » et d'autre part que « les rendements des variateurs n'ont pas cessé de s'améliorer et atteignent aujourd'hui 97,5 à 98% ».

Tant il est vrai que c'est le coût global de possession du produit qu'il importe de considérer. Une notion qui va bien au-delà du simple prix d'achat et qui englobe les dépenses de fonctionnement et la maintenance. C'est donc sur le long terme qu'il faut raisonner.

Afin d'apporter la preuve que les solutions proposées vont contribuer à faire baisser les coûts, certains n'hésitent pas à proposer de véritables audits énergétiques à leurs clients. « La première chose à faire est d'évaluer le potentiel de gains réalisables chez le client », note Michel Metzger, responsable mar-

keting Moteurs et Variateurs chez Siemens. Siemens est très impliqué dans ce domaine du fait de son activité Services et Intégrateur dans de nombreux pays. Plusieurs dossiers d'audits sont en cours en France qui portent sur un inventaire du parc, l'identification des possibilités d'économie d'énergie, la remise de propositions avec calculs économiques, voire même l'élaboration de plans de financement. « La préoccupation de l'industriel est de dégager du cash, conclut-il prosaïquement. A nous de lui proposer un dossier qui tienne la route ! »

## « Le coût des solutions proposées demeure un critère primordial aux yeux des utilisateurs »



Le SJ700 devient un variateur intelligent et complètement autonome grâce à sa fonction automate intégrée

## Adaptation aux métiers

Enfin, les spécialistes des moteurs et variateurs sont unanimes à constater une tendance très nette à la « customisation » des produits. « Il s'agit d'un défi de taille pour les fabricants qui doivent conserver une bonne cohérence entre produits génériques et adaptations aux différents métiers », note Philippe Brem qui met en évidence « l'effet de gamme chez ABB ».

Chez Leroy-Somer, Eric Moreau et Frédéric Barbarit constatent eux aussi, « la nécessité de proposer des solutions sur-mesure à partir de plateformes communes et d'options personnalisées ». C'est ainsi que plus de 60% du chiffre d'affaires de Leroy-Somer sont réalisés à partir de produits adaptés.

Et Edouard Van den Corput (Schneider Electric) de relever l'apparente contradiction entre « des exigences qui restent "métiers et solutions" mais qui doivent répondre aux besoins d'un client "unique" et cela à des prix encore plus bas. Nous verrons donc apparaître des architectures variateur/automate centralisées, c'est-à-dire avec la possibilité d'intégrer l'automate dans le variateur, mais surtout d'adapter le produit au client avec des algorithmes qui lui sont propres et une unité de dialogue personnalisée. Cette "customisation" du produit sera un tournant dans la façon de produire des variateurs car nous pourrons avoir une gamme assez unifiée dans la partie "hardware", mais avec une multiplicité d'applications à gérer. Ce point applicatif devra trouver un consensus entre le fournisseur et le client qui reste encore à mûrir »... ■