

# Pneumatique : quel avenir ?



**Source d'énergie pour de nombreuses industries, l'air comprimé a vu réduire son champ d'application avec, ces 20 dernières années, le déploiement de solutions d'automatisme électriques. Les compresseurs sont-ils alors bon pour la casse ? Oui et non. Car pour une bonne part, les applications pneumatiques gardent l'avantage, avec des technologies sachant se renouveler. Démontrer que l'air comprimé a encore plus d'un tour dans son sac revient à comprendre les progrès enregistrés dans cette discipline. D'une façon étonnante, le salut du monde pneumatique passe par les apports technologiques en terme de commande et de régulation, de son concurrent électrique !**

**S**i l'hydraulique est présente dans les industries lourdes et sur les engins de BTP, la technologie pneumatique est davantage diffusée dans les industries plus légères. En tête des applications viennent les machines d'emballage, suivies par les machines d'imprimerie, de soudage et d'assemblage ainsi que par les applications de l'industrie agro-

Les défauts des équipements pneumatiques sont bien connus, on connaît moins bien en revanche les progrès à même de les corriger. Fuites, coût de production de l'air comprimé, faibles capacités de régulation et de positionnement... Autant de domaines qui trouvent aujourd'hui une réponse technologique face au grand concurrent qui a déjà grignoté une bonne partie de

la pneumatique. Les rares utilisations massives de la pneumatique sur des moyens de transport concernent le ferroviaire, les poids lourds et l'automobile. A court terme, les commandes et fermetures de portes du ferroviaire vont passer à la technologie électrique, puis ce sera le tour du freinage et de tous les actionneurs. Objectif : supprimer le compresseur central sur les trains. Au terme de dix années, 45 % du marché aura migré vers l'électrique. Cette mutation sera moins sensible dans les véhicules industriels.

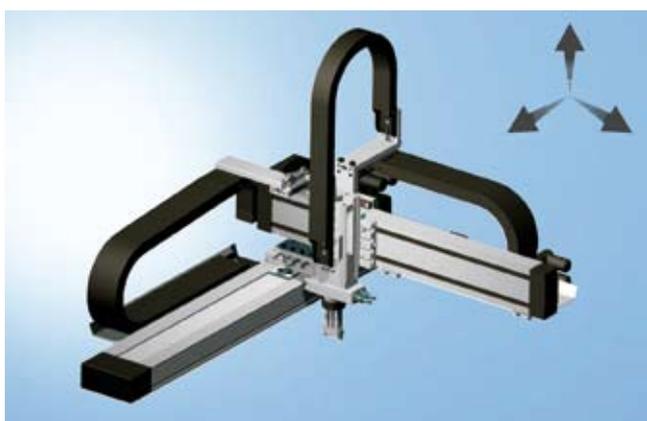
Certaines applications de la pneumatique sur les matériels fixes vont être transférées vers l'électrique, mais aussi vers l'hydraulique. Les systèmes de commande, vérins et actionneurs utilisés dans l'imprimerie vont ainsi échapper à 50 % à la pneumatique dans les années à venir. Même tendance, mais à hauteur de 30 %, pour les machines de conditionnement et d'emballage. Sur les petites machines-outils et les machines de plasturgie, les vérins pneumatiques seront remplacés au nom de la mono-technologie par des composants d'automatisme

électriques en réseaux sur bus de terrain. Toutefois, ce vent de substitution ne devrait pas excéder 20 % dans les dix prochaines années. Mais cette estimation de déplacement de marché ne tient pas compte des stratégies d'externalisation des fabricants et des équipementiers. Par ailleurs, les notions de taille de marché et de séries qui conditionnent les méthodes et moyens de production à mettre en œuvre sont très variables selon les domaines considérés.

## L'ÈRE DU TOUT ÉLECTRIQUE ?

« On peut tout faire avec des solutions électriques ! » Même les actionneurs hydrauliques, réputés pour leur capacité à délivrer de fortes puissances, peuvent être remplacés par des actionneurs électriques aux caractéristiques équivalentes... Mais le coût des composants pneumatiques reste inférieur à celui des composants électriques, tout en apportant plus de souplesse et parfois plus de rapidité au process.

Il y a quelques années, un célèbre constructeur de pneumatiques du centre de la France a initié un passage vers le « tout électrique ». Il semble cependant que le curseur soit depuis revenu à un mixe pneumatique/électrique. Pour sa part, un constructeur automobile français avait réalisé la totalité d'une ligne de ferrage avec des actionneurs de serrage élec-



Deux axes électriques et un axe pneumatique animent ce système support d'outil. Les deux technologies cohabitent de façon interchangeable dans un esprit de complémentarité de la mécatronique. (doc. Rexroth)

limentaire. Parmi les autres applications on dénombre les machines textiles, manipulateurs, machines pour le plastique, le verre et le bois... Les machines d'essais sont, elles aussi, très souvent pneumatiques.

son marché : l'automatisme à actionneurs électriques.

Dans moins d'une décennie, près d'un tiers du marché de la pneumatique devrait passer dans le domaine de l'électro-

triques... Pourtant, les projets qui suivirent utilisèrent tout de même l'air comprimé pour certaines tâches !

Si l'on revient une dizaine d'années en arrière, de nombreux esprits imaginaient l'effacement quasi total de la pneumatique. Mais en vain. « Mis à part pour les fonctions de positionnement et les applications à faible cadence, les solutions pneumatiques ont encore leur place dans l'industrie, explique Yves Daunas, président de Delta Equipements. Les équipements électriques génèrent souvent des coûts de maintenance supérieurs à ceux nécessaires en pneumatique. De plus, en pneumatique, un problème aura tendance à réduire la cadence, mais n'arrêtera pas la fabrication, contrairement à ce qui se produit avec des solutions électriques. » Ou en est le rapport de force entre le pneumatique et l'électrique ? « Si les habitudes ont évolué ces dernières années en faveur des technologies électriques, le mouvement semble se stabiliser aujourd'hui. Plus précisément, le marché de la pneumatique est stable tandis que celui des solutions électriques est en croissance. »

Quoi qu'il en soit, la réponse n'est pas binaire. Elle dépend du type d'application. De grands mouvements simples seront facilement couverts par une solution pneumatique. En revanche, si des positions intermédiaires sont nécessaires ou si la machine nécessite des changements réguliers de productions et une grande flexibilité : la solution électrique sera plus adéquate. « Une machine offrant des possibilités de positions multiples, avec différentes courses à réaliser sera plus efficace avec des actionneurs

électriques, confirme Eric Valdenaire, de chez AVM Automation. Il faut également considérer l'investissement de départ. Dans le cas d'une solution électrique, parfois l'utilisateur n'est pas certain que la machine sera utilisée et donc amortie sur plus de 3 ou 4 ans... Toutefois, pour les systèmes électriques on observe une baisse des prix importante, notamment pour des commandes simplifiées de moteurs électriques. » AVM Automation propose à ses

clients des composants pneumatiques et depuis 4 ans, des axes électriques : « Nos ventes d'équipements électriques se sont intensifiées depuis l'année dernière », ajoute Eric Valdenaire.

## FUSION DES TECHNOLOGIES : MÉCATRONIQUE

« Les mondes de la pneumatique et de l'électrique se confondent de plus en plus...

dans ce que l'on appelle la mécatronique, explique Pascal Laurin, en charge du marketing produits pneumatiques chez Bosch-Rexroth. Nous sommes persuadés que toutes les technologies ont aujourd'hui leur place. Pour notre part, nous proposons à nos clients des offres qui intègrent cette complémentarité. Initialement différents, les interlocuteurs des domaines pneumatiques ou électriques sont de plus en plus souvent les mêmes, que ce soit chez les fournisseurs d'équipements ou chez leurs clients. »

Concept structuré depuis un an et présenté en mai dernier lors de EMM 2008 (European Mechatronics Meeting), Camoline de Rexroth consiste en une famille de solutions pour le déplacement et la manipulation d'outils. Témoignage du rapprochement d'axes électriques et pneumatiques, Camoline permet l'interchangeabilité des éléments de l'une ou l'autre des technologies, avec les mêmes cotes de fixation ! La commande par automate utilise un bus de terrain pour gérer les entrées/sorties électriques (vers les variateurs et les servomoteurs), et les îlots de distribution pneumatique analogiques ou dotés d'une tête de bus.

Cette fusion des technologies est aussi une bonne occasion pour repenser la fonction même de l'actionneur dans sa composante intelligente pour répondre aux réels besoins du client final !

## POSITIONNEMENT : QUEL AVENIR ?

« Aujourd'hui, un axe pneumatique sait encore être plus rapide qu'un axe électrique », lance Yves Daunas, président de Delta Equipements. Et pour

### LE QUIZ DES ÉCONOMIES D'ÉNERGIE

Voilà de quoi prendre conscience du potentiel d'économie à réaliser sur une installation d'air comprimée.

a) Un trou de 1 mm de diamètre sous 7 bars occasionne une perte d'air comprimé de 1, 2 ou 5 m<sup>3</sup>/h ?

b) 1 entreprise diagnostiquée sur 2 comporte un taux de fuite supérieur à 10, 40 ou 60 % de sa consommation en air comprimé et, bien souvent, sans le savoir ?

c) 1 bar supplémentaire à fournir par les compresseurs représente 2, 6 ou 10 % de consommation supplémentaire ?

d) Le prix d'1 Nm<sup>3</sup> d'air comprimé, pour une utilisation à 7 bars, peut varier, compte tenu des déperditions, de 0,8 centimes d'euros HT (130 Wh/Nm<sup>3</sup>) à 2, 7 ou 10 centimes HT ?

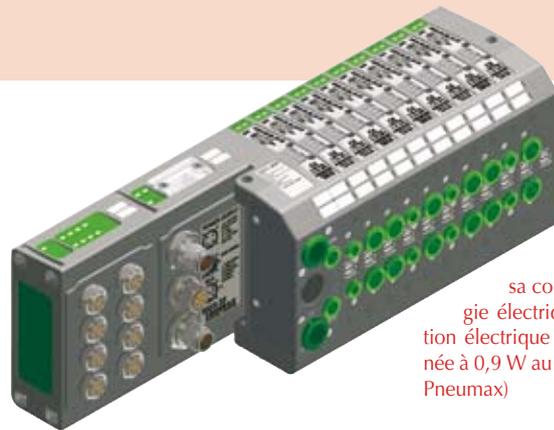
e) Il faut privilégier l'acquisition d'un compresseur performant. En effet, sur 5 ans d'utilisation, le coût de la consommation d'énergie par rapport à son coût global est-il relatif à 40, 60 ou 75 % ?

f) Un compresseur fonctionnant à vide consomme jusqu'à 20, 40 ou 70 % de sa puissance nominale ?

g) Plus la température d'aspiration est basse, meilleur est le rendement du compresseur. Lorsque la température d'aspiration diminue de 5°C, la consommation électrique du compresseur diminue de 0,5, 1,7 ou 2,3 % ?

h) Dans 20, 45 ou 60 % des cas rencontrés, le compresseur n'est pas à l'origine du manque de débit ou de pression. La distribution et l'utilisation ont aussi une grande part de responsabilité dans les performances de l'air comprimé.

Réponses : a) 5 m<sup>3</sup>/h soit 344 euros HT à 0,07 €/kWh - b) 40 % - c) 6 à 7 % - d) 6 centimes soit 1 kWh/Nm<sup>3</sup> - e) 75 % - f) 40 % - g) 1,7 % - h) 60 %.



Cet électro-distributeur divise par 6 sa consommation d'énergie électrique. La consommation électrique du pilote est ramenée à 0,9 W au lieu de 5,5 W. (doc. Pneumax)

le positionnement ? « La technologie des moteurs linéaires présente de forts intérêts, mais de tels moteurs sont encore relativement coûteux. » Pascal Laurin est plus radical : « Le positionnement pneumatique laisse place aujourd'hui aux solutions électriques brushless. »

Pourtant, chez Festo on croit au positionnement pneumatique : « Le concept du servo-positionnement utilise des contrôleurs de pression, lance Sylvain Tran, chef de produits pneumatique chez Festo. Déjà en place depuis quelques années chez différents industriels, le servo-positionnement intègre un système de mesure le long du vérin. » Malgré des performances en précision inférieures à ce que peuvent offrir certains systèmes électriques servomoteur, cette solution pneumatique assure toutefois une résolution de 0,01 mm avec une répétabilité de 0,2 mm. Ce qui est déjà fort appréciable. Ainsi, le contrôleur agit sur une vanne proportionnelle capable de gérer les 2 côtés du vérin. « Nous proposons aussi des régulateurs de fin de course pour les actionneurs linéaires et oscillants, capables d'éviter les chocs en butée et les vibrations. Cet amortissement permet d'améliorer la performance du temps de cycle en réduisant le temps de déplacement jusqu'à 30 % ! »

## CONSOMMER MOINS POUR GAGNER PLUS

Une fuite d'eau, ça se voit. Une fuite d'huile aussi. En revanche, une fuite d'air... au pire, ça s'entend un peu, mais cela induit peu de réparations sur-le-champ. Un trou de 1 mm de diamètre sous 7 bars coûte près de 350 €/an. Inutile d'en dire plus... « Il faut que les indus-

triels gèrent l'air comprimé, lance Yves Daunas, président de Delta Equipements. Car jusqu'à présent, ils ne le font pas ou très peu. Ils sont surtout dans la course aux prix, avec pour conséquences des composants qui génèrent des fuites. » Pascal Laurin, Bosch-Rexroth tire le même signal d'alarme : « La connectique banalisée à prix trop bas coûte chère en fuites ! Cela fait partie des travaux que la profession doit mener. Par ailleurs, la mécatronique peut être d'une aide précieuse dans la course aux économies d'énergie. Par exemple, grâce à une intelligence locale, un vérin pneumatique peut se satisfaire d'une pression de 3 bars au lieu de 6 bars ».

ses ou générant des fuites du fait d'un format mal connu, les volumes d'air aspiré sont relativement importants et le niveau de vide moins poussé. « Alors nous mettons plutôt en œuvre une turbine électrique. »

En plasturgie, Schmalz se pose la question de l'efficacité énergétique entre les deux technologies... « De ce fait, nous travaillons avec de grands constructeurs pour étudier les potentiels de gain de productivité et d'économie d'énergie », explique Sylvain Lecourtois,

mbar et - 150 mbar. « Pour que le préhenseur puisse soulever la pièce, le vide est assuré à - 750 mbar, puis la régulation coupe l'alimentation. Lorsque le débit de fuite ramène la pression à - 600 mbar, le vide est à nouveau recréé. Ainsi, la consommation peut chuter d'un facteur 100 ! » A vos calculettes avec un exemple à l'appui : pour une pièce portée pendant 5 secondes, le cycle de préhension consomme 8,8 l d'air sans régulation, soit 105 l/min. Avec régulation, le cycle ne consomme plus que 0,08 l. Ainsi, sur une journée de production, la consommation passerait de 25 000 litres... à 252 litres. Impressionnant. « L'investissement supplémentaire lié à la régulation permet de réaliser un gain sans communes mesures par rapport à la consommation initiale. Mais la solution permet aussi au générateur de vide d'informer en permanence des fuites pouvant survenir entre générateur et préhenseur. Cette démarche conduit à un changement de mentalité et de stratégie dans la droite ligne de la maintenance prédictive. De quoi éviter ainsi tout arrêt non programmé. » Sylvain Lecourtois avoue aussi avoir vu des lignes complètes où les régulateurs sont shuntés ! Les habitudes ne suivent pas toujours la technologie. « Si l'industrie du bois ne semble pas encore sensible à de telles solutions, la plasturgie en revanche commence à s'y intéresser de prêt. »

« C'est notamment la partie électrique des composants pneumatiques qui doit évoluer afin de réduire la consumma-

## PRODUCTION LOCALISÉE

**Dans la mesure où seulement quelques machines d'un industriel utilisent de l'air comprimé, pourquoi ne pas assurer la production localement, c'est-à-dire sur la machine ? Cette stratégie éviterait d'utiliser un réseau de distribution étendu et tous les problèmes de maintenance et de pertes de charges...**

« C'est la stratégie utilisée dans le métier de l'hydraulique. Effectivement, on évite alors l'investissement que représente le réseau et aussi ses inconvénients tels que les pertes de charge ou les phénomènes de condensation, estime Pascal Laurin, Bosch-Rexroth. Mais le bruit pourrait poser un problème localement. »

« Il faut cependant se rappeler que le compresseur central d'un site est un investissement d'usine, il fait partie des murs et son amortissement est différent de celui d'une machine. De plus, des compresseurs locaux généreront plus de bruit qu'un système centralisé. Cela se pratique assez peu... », précise Yves Daunas, président de Delta Equipements.

Schmalz, fabricant de préhenseurs par le vide, optimise ses solutions autour des critères de rapidité et de régulation. Le vide est généré localement avec une turbine électrique ou par un système venturi relié au réseau d'air comprimé de l'usine. Pour les charges poreu-

directeur de la filiale française de Schmalz. Un grand pas a déjà été franchi pour réduire la consommation d'air comprimée lorsque le préhenseur est alimenté par un système venturi. Plus précisément, Schmalz propose la mise en œuvre d'une régulation à deux seuils : - 750

## LES INCONTOURNABLES

Loin d'être une solution universelle, l'air comprimé s'utilise aujourd'hui dans des domaines bien précis, où ses qualités semblent pour le moins irremplaçables, à investissement égal. En témoigne le gravage par air comprimé, le soufflage jet d'air pour le tri d'objets ou de fruits à haute cadence, le vide ou encore la commande de vannes à air comprimé. Le serrage et la préhension de pièces restent aussi des domaines de prédilection pour la pneumatique. La pneumatique est en bonne place dans les applications en atmosphères explosibles.

Lorsque de fortes puissances sont en jeu, l'actionneur pneumatique nécessite une infrastructure plus légère que dans le cadre d'une solution électrique, voire hydraulique. Un avantage non négligeable.

tion de fluide et d'énergie. Par exemple, la consommation électrique des bobines de distributeurs laisse encore une marge de progrès non négligeable », précise Yves Daunas. Dans les distributeurs électropneumatiques Mac Valves distribués par Delta Equipements, un solénoïde doté d'un noyau à armature ovale (et non ronde) procure une force de translation plus élevée pour une consommation électrique inférieure. Par ailleurs, émulée sous 24 V, cette électrovanne nécessite une tension de maintien pouvant être abaissée à seulement 3 V (au lieu de 24 V). D'où une économie d'exploitation supplémentaire. L'économie est même poussée un peu plus loin sur certains distributeurs dotés d'une carte électronique capable de hacher le signal 24 V sans conséquence pour l'émulation de l'électrovanne, mais pour une puissance réduite de moitié ! De façon générale, il est possible de réduire les temps d'excitation électriques des électrovannes. « *Vue sous l'angle de la performance énergétique, et sans parler des économies potentielles d'air comprimé, une installation électro-pneumatique peut, dans la plupart*

*des cas, réduire ses consommations d'électricité tout en améliorant la dynamique de la machine.* »

Chez Bosch-Rexroth, des progrès ont aussi été effectués : l'îlot de distributeur HF03 ne consomme que 0,35 W au niveau de sa bobine, au lieu de 1 à 1,5 W habituellement constatés sur les distributeurs du marché.

Pneumax n'est pas en reste, avec un électro-distributeur divisant par 6 la consommation d'énergie électrique. Cet électro-distributeur modulaire est composé d'éléments individuels comportant chacun un raccordement pneumatique et électrique. Par rapport à l'équipement de la génération précédente, Enova assure un débit supérieur de + 30 % (soit 700 NI/min au lieu de 540 NI/min), pour une consommation électrique du pilote ramenée à 0,9 W au lieu de 5,5 W. Une telle économie peut paraître minime dans l'absolu, mais représente une réduction relative à l'échelle d'un facteur six ! Reporté sur une machine ou sur un atelier, le gain énergétique prend alors des proportions plus significatives.

## QUELLE RÉGULATION ?

Dans bien des cas, la pneumatique reste dans le domaine des applications « tout-ou rien », avec éventuellement 1 ou 2 arrêts intermédiaires pour les vérins.

Dans les années 80, l'apparition des vannes proportionnelles a permis d'utiliser une pression ou un débit régulé.

connexion des chaînes de commande pneumatiques et électriques : « Il est alors possible de remonter des informations « pneumatiques » sur le réseau via le bus de terrain, explique Sylvain Tran. On peut savoir si les distributeurs sont commutés et alimentés. »

Et pour demain, quelles tendances ? « La pneumatique fera l'objet d'une miniaturisation encore plus poussée et, à la dif-

sur des montages pneumatiques. A l'époque les professeurs montraient, mais de loin, une console Télémécanique PB-15. Aujourd'hui, c'est l'inverse. Les systèmes automatisés électriques occupent la quasi-totalité des programmes. Mais la pneumatique est pourtant une discipline encore utilisée dans l'industrie ! « Les jeunes diplômés savent aujourd'hui contrôler un signal 4-20 mA ou 0-10 V, mais n'ont plus de repères en ce qui concerne l'air comprimé », souligne Yves Daunas, président de Delta Equipements. Pascal Laurin, Bosch-Rexroth confirme : « La

discipline pneumatique n'est plus du tout enseignée. Dans de telles conditions, comment dimensionner correctement un vérin ou une installation ? C'est la voie ouverte au surdimensionnement et un mauvais point pour la performance énergétique des installations. »

« Face à la tendance au surdimensionnement, il existe aujourd'hui des outils logiciels permettant par exemple d'optimiser le choix des distributeurs », complète Stéphane Vanouche, responsable marketing Fluid Power chez Asco Numatics Joucomatic.



Les vérins pneumatiques commencent à intégrer la détection... et deviennent programmables en 2 ou 4 points, via un signal 0-10 V, 4-20 mA ou analogique. La mécatronique a encore frappé ! (doc. Rexroth)

De quoi gagner en rapidité, mais aussi en capacité d'asservissement et de freinage. Dans les années 90, avec l'arrivée des îlots sur bus de terrain, la pneumatique a suivi les évolutions des automatismes... Mais le concept en lui-même a pris du temps pour toucher tous les esprits ! « Aujourd'hui grâce au bus de terrain, il est possible de diagnostiquer des équipements pneumatiques pour les besoins de la maintenance préventive. Il s'agit par exemple de mesurer un nombre de cycle ou un temps de cycle critique sur une fonction particulière », explique Stéphane Vanouche, responsable marketing Fluid Power chez Asco Numatics Joucomatic.

Chez Festo, le mariage s'effectue sur le terminal CPX avec la

férence du concept modulaire, devrait aller dans le sens de l'intégration des fonctions, précise Stéphane Vanouche chez Asco Numatics Joucomatic. Cela concerne par exemple l'intégration de la commande à l'actionneur en plaçant le distributeur dans le vérin. En revanche, en parallèle, subsistera une offre de vérins de plus en plus basique avec des coûts inférieurs. »

## PERTES DE CONNAISSANCES

Papyboom, turn over et évolution des programmes d'enseignement : le pneumatique n'est plus une technologie largement enseignée. Les cours d'automatisme de Première et de Terminale E des années 80 étaient principalement basés

## L'INSTALLATION PNEUMATIQUE LA PLUS RAPIDE SUR TERRE

La pneumatique intervient en grande partie dans la conception du TGV ayant atteint une vitesse de plus de 574 km/h. C'est aussi le quotidien des rames du TGV Est.

Tout d'abord, c'est l'énergie pneumatique qui permet de lever le pantographe et d'assurer le contact avec la caténaire, mais c'est surtout le moyen utilisé par le conducteur pour donner les ordres aux distributeurs de freins.

La vitesse de transmission était à l'origine celle du son, aujourd'hui le mécanicien utilise une commande électropneumatique et l'ordre se transmet alors à la vitesse de la lumière (soit un million de fois plus vite). Mais le TGV conserve en double un circuit entièrement pneumatique.

C'est surtout la mise en œuvre de la mécatronique avec électronique et informatique mêlées au pneumatique qui est mise en avant, pour les spécialistes de la pneumatique.

Pour le confort du passager la suspension secondaire (bogie/caisse) est totalement pneumatique et comporte une membrane à flexibilité variable : la suspension se raidissant en fonction de divers paramètres (vitesse, charge...).

Autre exemple de la prépondérance de la pneumatique, c'est encore elle qui effectue l'aspiration du sable contenu dans le bac à sable et sa projection entre la roue et le rail, pour assurer la fonction de motricité.

Dans le TGV Est, la centrale de production d'air comprimé atteint les 2 500 l/mn et les circuits pneumatiques parcourent les rames avec une pression constante de 5 bars.