

Systèmes intégrés

Du composant à la solution : l'ère du « plug & play » industriel

À l'heure où l'industrie est sommée d'innover pour conjuguer performance, efficacité énergétique et compétitivité, l'essor des systèmes intégrés et des solutions clés en main bouleverse le paysage de la transmission de puissance, hydraulique comme pneumatique. De la machine-outil à l'engin mobile, du retrofit intelligent à l'intégration d'IoT, fabricants et utilisateurs s'emparent de ces technologies pour gagner en agilité, en productivité et en durabilité. Plongée au cœur d'une révolution structurelle, nourrie par la voix des industriels.



Face à la montée en complexité des installations, la demande de solutions clés en main explose. © Adobe Stock

L'édition 2025 du salon SPS de Nuremberg (Smart Production Solutions) a fourni l'occasion de faire le point sur les derniers développements en matière de systèmes intégrés. L'entreprise Inovance, basée à Shenzhen et spécialisée dans l'automatisation industrielle, a ainsi dévoilé une solution polyvalente de contrôle servo en temps réel, baptisée INO AIR, avec technologie sans fil.

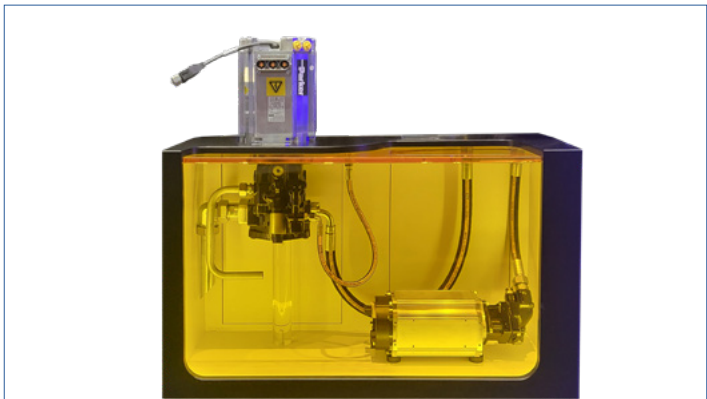
Dédiée aux applications d'automatisation avancées sans armoire électrique, avec moteurs servo à variateur intégré, ainsi qu'aux moteurs servomontés sur des pièces rotatives, elle offre une synchronisation au niveau de la microseconde et une haute fiabilité, assurant des performances fluides et précises.

Le bus de communication sans fil intégré offre une grande flexibilité. Le contrôle servo en temps réel avec technologie sans

fil réduit en outre les coûts totaux d'installation des machines grâce à un nombre réduit de composants et à une baisse des besoins en main-d'œuvre, car le câblage complexe entre servos et éléments de contrôle adjacents est fortement diminué.

La technologie compatible EtherCAT a déjà été déployée avec succès dans des applications d'étiquetage sans fil, éliminant des centaines de mètres de câbles, avec un cycle bus de 1 ms sur 100 m et un jitter de 1 μ s.

Le fabricant va plus loin encore avec sa Total Automation Solution. Couvrant l'ensemble de la ligne d'automatisation – des variateurs AC, servos, PLC et contrôleurs de mouvement aux IHM, I/O, CNC, robots industriels et logiciels associés, cette solution se présente comme un moyen complet de résoudre les défis de l'automatisation industrielle.



La centrale hydraulique avec moteur immergé est compatible avec le marché mobile comme industriel. ©Parker Hannifin

La transmission de puissance n'a jamais été aussi stratégique qu'aujourd'hui. Comme le souligne un expert du secteur, « *l'intégration d'éléments électroniques, informatiques et d'automation ne date pas d'hier, mais avec l'IoT, ce sont de véritables systèmes sophistiqués qui optimisent désormais toutes les fonctionnalités* ».

Bosch Rexroth propose une gamme baptisée CytroConnect, qui s'appuie sur CytroBox (moyennes puissances, 7,5 à 30 kW) et CytroPac (jusqu'à 4 kW, 240 bar), deux gammes de centrales qui associent la puissance de l'hydraulique à l'intelligence de l'électronique.

La nouvelle génération CytroPac renforce la connectivité et l'intégration de CytroConnect. L'entreprise Champalle a été parmi les premières à s'équiper de ces centrales connectées et bénéficie des gains en surface, volume d'huile, réduction sonore et maintenance conditionnelle pilotée par l'interface CytroConnect. Bruno Latreille, responsable des ventes des applications hydrauliques chez Bosch Rexroth France, souligne : « *Ce sont des systèmes prêts à l'emploi avec un outil logiciel commun à l'ensemble des technologies Rexroth. Inutile de les programmer, ils sont pré-paramétrés.* » Résultat : le temps de mise en service passe de plusieurs jours à moins d'une journée, voire 20 minutes pour la CytroBox.

La nouvelle génération CytroPac, quant à elle, renforce encore la connectivité et l'intégration de CytroConnect via des capteurs de température et niveau d'huile combinables à CytroConnect pour la maintenance prédictive, un variateur avec multi-Ethernet centralisant les données en temps réel,

une modularité accrue incluant des variantes fonctionnelles, un châssis standardisé et un refroidissement simplifié. L'efficacité énergétique a été optimisée : les moteurs ont des rendements supérieurs, un accouplement motopompe plus dynamique. En termes de facilité d'usage, l'IHM (interface homme machine) tactile est optionnelle. La Cytropac bénéficie d'une mise en service rapide via le « *Commissioning Wizard* » et un paramétrage USB/Ethernet (plug & produce, branchez et produisez). L'agilité est devenue le maître-mot, avec une mutualisation des compétences et des interfaces de diagnostic avancées, capables de remonter les données en temps réel pour activer une maintenance prédictive et anticiper toute défaillance.

Approche modulaire

L'approche de Parker Hannifin est différente. Elle se veut modulaire à travers sa gamme de centrales hydrauliques, décrites comme telles par Romain Bernollin, responsable des ventes pour le marché industrie. Les centrales HPU (Hydraulic Power Unit) possèdent des puissances variables, de 45 kW à 400 kW,



Burkert propose des coffrets pneumatiques intégrant les flots AirLINE Type 8652. ©Burkert



Le fabricant Festo considère qu'un système intégré, plus cher que les composants seuls achetés chacun séparément, apporte une valeur ajoutée à différentes étapes de sa vie. © Festo

selon les applications. Elles sont proposées avec moteur synchrone ou asynchrone, externe ou immergé.

Le modèle avec servomoteur à cylindrée fixe offre de nombreux avantages par rapport à une centrale avec cylindrée variable : encombrement réduit jusqu'à 40 %, volume d'huile requis réduit également de 40 %, baisse des nuisances sonores et de la chaleur émise.

Pour la première, c'est la vitesse qui varie, grâce au variateur de vitesse. Dans le second cas de figure, c'est la pompe qui fait varier sa cylindrée. « Avec une cylindrée fixe, le servomoteur commande la vitesse des fonctions, la pression s'ajuste selon la demande réelle » détaille Romain Bernollin. À titre d'exemple, une centrale à cylindrée fixe verra sa consommation d'énergie par cavité et par cycle réduite de moitié par rapport au modèle conventionnel.

La fonction IoLink est prévue, de même que les autres protocoles standards. Dans l'hydraulique, cet aspect 4.0 se matérialise en outre par l'intégration possible, dans la centrale, d'un compteur de particules et d'un diagnostic d'état de l'huile, selon la norme ISO concernée.

La version « moteur immergé » de la centrale hydraulique présente plusieurs avantages : économies d'énergie, tout d'abord, avec la variation de vitesse en remplacement des pompes à cylindrée variable, des moteurs PMAC (synchrone) pour leur dynamique et leur rendement. Le besoin en refroidissement s'en trouve aussi réduit, puisque l'immersion dans l'huile permet de refroidir naturellement le moteur, tout en faisant disparaître le bruit. L'encombrement est également réduit de manière

drastique avec la « disparition » du groupe motopompe.

Il offre en outre l'avantage de supprimer les contraintes sur l'aspiration de la pompe, de supprimer les problèmes d'accouplement moteur/pompe par la proposition d'interface de pompe SAE sur le moteur (pour une fixation directe de la pompe sur le moteur). Le tout est compatible avec le marché mobile comme industriel.

Paul Badiali, spécialiste des systèmes pneumatiques chez Parker Hannifin, décrit un système dédié au matériel roulant ferroviaire et aux camions, essentiellement. « Un exemple d'applications de nos solutions sont les joints gonflables qui assurent l'étanchéité des portes des trains rapides. Ce système situé près de la porte, dans le wagon, comprend trois fonctions : gonflage, détente et contrôle de la pression. »

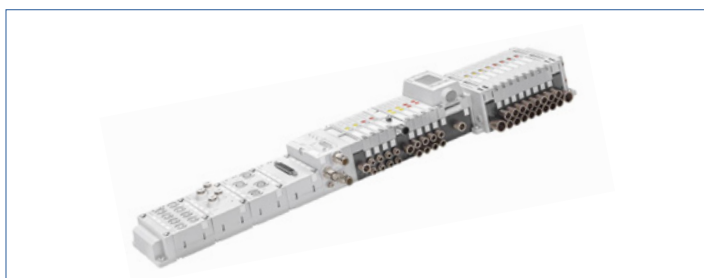
Dans le ferroviaire, les premières préoccupations concernent les vibrations, les températures et le bruit. « Un capteur intégré mesure la pression et transmet l'information au conducteur » précise Paul Badiali.

Une évolution récente a permis d'améliorer les caractéristiques du distributeur pneumatique Viking Xtreme, et est commercialisée depuis décembre 2025 : plage de températures plus large grâce au thermoplastique polyuréthane employé (- 40° C à 70° C).

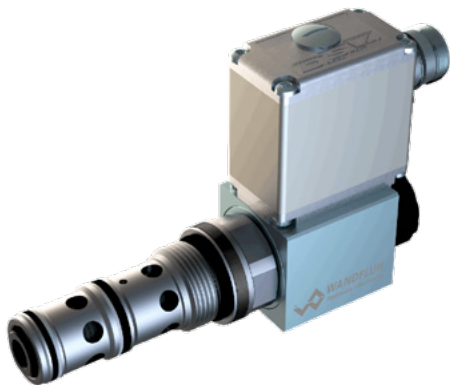
Clé en main : la réponse globale à la complexité

Face à la montée en complexité des installations, la demande de solutions clés en main explose. « Les fabricants d'équipements industriels veulent du "clé en main". Cela va de pair avec l'amoindrissement des compétences internes en hydraulique, pneumatique et automatismes » insiste Jean-François Guyon, spécialiste électro-hydraulique chez Bosch-Rexroth.

Qu'il s'agisse de centrales hydrauliques de forte capacité (de 2 500 à 20 000 litres) pour la sidérurgie, ou de kits modulaires destinés à l'intralogistique, les fournisseurs s'érigent en intégrateurs, dispensant conseil, support sur mesure et garanties de résultat. Frédéric Comte, directeur général de Bibus France, abonde : « Nous arrivons avec un package all inclusive. Le



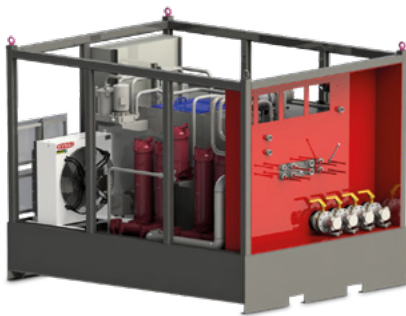
lot de distribution AV d'Aventics. © Aventics



Régulateur de débit proportionnel avec électronique intégrée. ©Wandfluh

client constructeur n'a plus qu'à l'intégrer et le faire démarrer. Au lieu d'avoir dix fournisseurs, il n'a plus qu'un seul interlocuteur. » Si le coût d'une solution intégrée peut être supérieur à l'achat séparé de composants, « le retour sur investissement est en général inférieur à trois ans en tenant compte du temps gagné pour la mise sur le marché. »

Moog propose son EPS (Electrohydrostatic Pump System). Assimilable à une centrale hydraulique ultra-compacte, conçue pour asservir un axe en vitesse, position ou effort, il se compose d'une servo-motopompe réversible, flasquée à un bloc hydraulique équipé d'un réservoir pressurisé. Dans sa configuration minimale, il suffit de le raccorder au vérin choisi par le client. L'EPS se veut précis et rapide, avec une faible empreinte carbone, économe en énergie et pour un coût d'exploitation réduit. Les faibles pulsations de cette pompe confèrent à l'EPS une qualité d'asservissement comparable à celle des servovalves du fabricant. Le contrôle du servomoteur et les boucles d'asser-



Hydac met en avant plusieurs propriétés de ses systèmes : compacité, efficacité énergétique, fiabilité et conformité aux normes environnementales. ©Hydac

vissement peuvent être réalisés via l'électronique de puissance habituelle des clients.

Kalhou Vang, ingénieur d'applications chez Moog, détaille : « en plus des économies liées à la réduction d'huile installée, l'EPS optimise la consommation grâce au principe d'asservissement par servo-pompe à haut rendement. Le besoin en refroidissement est donc minimal, voire nul. Sa réversibilité permet également la récupération d'énergie, réutilisable par le système ou par d'autres actionneurs. Les applications nécessitant un maintien d'effort apprécieront particulièrement l'EPS pour ses atouts combinés : faible consommation, durabilité et discrétion acoustique. »

Enzfelder se met en scène

Enzfelder se concentre sur les entraînements électromécaniques, utilisés dans une grande variété de secteurs. Dans la technique scénique, ils sont utilisés pour des plateformes mobiles ou des élévateurs de scène. « Nos systèmes offrent des mouvements précis et synchronisables, une absence totale de fuite, un entretien réduit, une grande résistance à l'humidité, au sel et aux variations thermiques, ainsi que la possibilité d'intégrer des indicateurs simples de surveillance, tels que des marqueurs de charge, de choc ou de température » indique Stéphanie Cekon, responsable marketing. Dans l'industrie et la logistique, les entraînements électromécaniques Enzfelder servent notamment à l'ajustement en hauteur, au positionnement de charges ou comme éléments intégrés dans des machines spéciales.



Dans l'univers de la scène, les exigences en matière de synchronisation, de précision et de discrétion sonore sont très élevées, et les entraînements électromécaniques répondent bien à ces critères. © Enzfelder

Stéphanie Cekon ajoute : « Nous pensons que les entraînements électromécaniques remplaceront progressivement les systèmes hydrauliques ou pneumatiques, en particulier dans les environnements sensibles où la propreté, l'efficacité énergétique et l'absence de fuite sont essentielles. Nous anticipons également une demande accrue pour des systèmes modulaires et facilement configurables, qui peuvent être intégrés rapidement dans divers types d'installations. »

Enfin, pour garantir un plan de maintenance serein, l'EPS intègre des composants hydrauliques favorisant la disponibilité des pièces de rechange et la maîtrise des budgets d'entretien. Ce système a trouvé un débouché dans le contrôle de mouvement d'un foil pour l'assistance à la propulsion d'un navire marchand. Quatre systèmes Moog EPS fonctionnent en parallèle pour fournir et récupérer l'énergie maximale. Les servomoteurs sont pilotés par des électroniques de puissance choisies par le client et ses propres boucles d'asservissement. L'EPS a permis à BLUEFINS d'obtenir rapidement une centrale hydraulique clé en main, avec la garantie que les essais fonctionnels aient été réalisés en usine Moog.



Bibus met en œuvre, depuis plus d'un an, des ensembles clés en main avec, pour chaque projet, le support de la filiale allemande Sauer Bibus. © Bibus

Innovations numériques et transition énergétique

Le déploiement massif de l'IoT et des outils logiciels avancés a fait basculer la transmission de puissance dans l'industrie 4.0. Les interfaces multi-Ethernet, IoT Gateway et modules de maintenance prédictive permettent non seulement l'auto-diagnostic, mais aussi l'externalisation des données pour l'analyse avancée et la programmation du réapprovisionnement. En matière d'efficacité énergétique, les experts saluent l'apport de la variation de vitesse sur les moteurs, associée à la gestion intelligente des pompes.

Diversité des solutions et usages

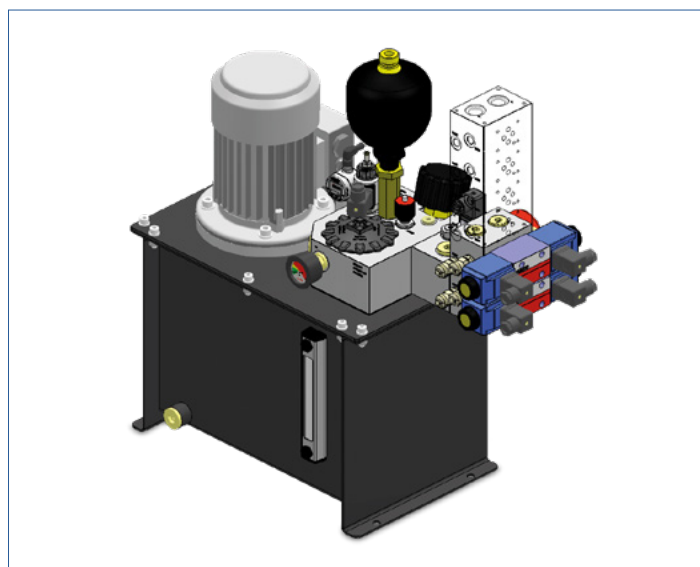
La palette des offres s'étend des systèmes hydrauliques aux armoires et îlots pneumatiques sophistiqués. Festo, par exemple, propose des kits préconfigurés, comme le Balancer Kit, pensés pour réduire les troubles musculosquelettiques et optimiser la sécurité sur les lignes d'assemblage automobile. Bürkert mise, quant à lui, sur une intégration poussée de la surveillance et du diagnostic au sein de ses îlots pneumatiques, capables



Comme l'ensemble des solutions Bosch Rexroth, la Cytrabox est un système prêt à l'emploi avec un outil logiciel commun à l'ensemble des technologies du fabricant. © Bosch Rexroth

d'alerter sous forme de messages textes en cas de problème. L'entreprise d'outre-Rhin fabrique désormais directement en France les coffrets pneumatiques intégrant les îlots AirLINE Type 8652 pour des applications dans le traitement de l'eau, mais aussi dans l'industrie pharmaceutique, cosmétique, alimentaire et des boissons. Olivier Bertrand, responsable du marché eau chez Bürkert, considère que « *quand il n'y a que quelques vannes, un système décentralisé peut répondre au besoin du client, mais quand il y en a au moins une vingtaine, il faut se poser la question de l'îlot pneumatique, car vous pouvez piloter le tout en bus de terrain avec un seul câble Ethernet qui va de l'automate à l'armoire ou au commutateur.* »

Selon ce dernier, le gain se mesure donc d'abord en mètres de câblage économisés. Bürkert juge que l'îlot pneumatique est aussi performant en termes de maintenance : « *L'AirLINE type 8652 offre aux utilisateurs des fonctions de surveillance et de diagnostic réglables qui améliorent la disponibilité du système et la fiabilité du process, tout en permettant une maintenance préventive. Un afficheur intégré spécialement destiné à cet effet présente des informations détaillées telles que l'état actuel*



Hydac propose des centrales compactes à haute densité de puissance et des unités modulaires pour applications lourdes. ©Hydac

Hutchinson garantit l'étanchéité des systèmes



Unité de production d'anneaux magnétiques chez Hutchinson.
© Hutchinson

Dans son domaine, Hutchinson propose des solutions d'étanchéité dynamiques et statiques, conçues pour garantir la fiabilité des systèmes mécatroniques, pneumatiques et hydrauliques. Le fabricant développe également des cibles magnétiques permettant la mesure des positions angulaires et des vitesses de rotation pour répondre aux exigences en matière de contrôle et de monitoring.

Les solutions catalogues comprennent notamment des joints toriques, codeurs magnétiques, joints d'arbres et joints gonflables, ou des solutions sur mesure.

Hutchinson intervient dans divers environnements : robots industriels, pour la fiabilité des mouvements et la protection des composants sensibles, robots humanoïdes, où l'étanchéité et la précision des capteurs sont essentielles, ou encore machines industrielles, pour garantir la performance des systèmes hydrauliques et pneumatiques.

des commutations des électrovannes et des vannes process. Il émet un message si les seuils de pressions prééglées sont dépassés ou affiche des erreurs telles que les ruptures de câbles en texte clair ».

Toujours selon son constructeur, la compacité est aussi améliorée : « L'îlot d'électrovannes 8652 est nettement plus petit que son prédécesseur et s'adapte donc parfaitement aux armoires de commande compactes qui peuvent être placées à proximité des vannes de process. »

Qu'en est-il du retour sur investissement ? « Le prix évolue de 1 500 à 10 000 €. Mais les clients ne calculent pas vraiment le retour sur investissement. C'est plus une philosophie de fonctionnement entre le mode décentralisé et centralisé et bien sûr des habitudes de chaque client », estime Olivier Bertrand.

Selon Festo, les gains attendus d'un tel système ont un coût, mais les bénéfices sont substantiels : « Un système intégré est plus cher que les composants seuls achetés chacun séparément, mais apporte une valeur ajoutée à différentes étapes de sa vie, comme un gain de temps à la commande, au stockage, à

l'installation, à la mise en route, à la formation des utilisateurs ou encore lors de la maintenance. »

L'intelligence logicielle se retrouve également chez Aventics, où la maintenance prédictive, les capteurs de pression, de température ou de débit sont directement intégrés, favorisant des économies significatives, tant en termes d'énergie que de maintenance.

En complément, l'adaptabilité est de mise. Wandfluh, spécialiste suisse de composants et systèmes hydrauliques, propose « des centrales hydrauliques sur base standard (BM) ainsi que des centrales spécifiques pour des demandes clients particulières. Notre gamme de puissance s'étend de 0,25 à 55 kW, avec des capacités de réservoir de 3 à 1 500 l. Nous disposons d'un savoir-faire particulier dans la conception et la construction de machines-outils et de machines spéciales, et ce dans plusieurs domaines d'application : énergie, oil & gas (zone ATEX), marine, mobile » détaille Matthieu Frezza, ingénieur des ventes.

Hydac met en avant plusieurs propriétés de ses systèmes : compacité, efficacité énergétique, fiabilité et conformité aux normes environnementales. Dans la mécatronique, ses systèmes intègrent des capteurs intelligents (pression, température, contamination du fluide), des modules de commande électrohydrauliques et des systèmes de surveillance connectés. Cette approche permet un contrôle précis des paramètres critiques et une communication fluide avec les systèmes de supervision. Jean-François Haller, responsable de département chez Hydac, souligne : « L'objectif est d'optimiser la performance, de réduire les temps d'arrêt et d'anticiper les besoins de maintenance grâce à l'analyse des données en temps réel. »

Concernant ses centrales hydrauliques, le fabricant propose des centrales compactes à haute densité de puissance et des unités modulaires pour applications lourdes. Ces centrales intègrent des groupes motopompes pour ajuster la consommation énergétique. Les réservoirs ont été optimisés pour réduire l'encombrement et améliorer la désaération des fluides.

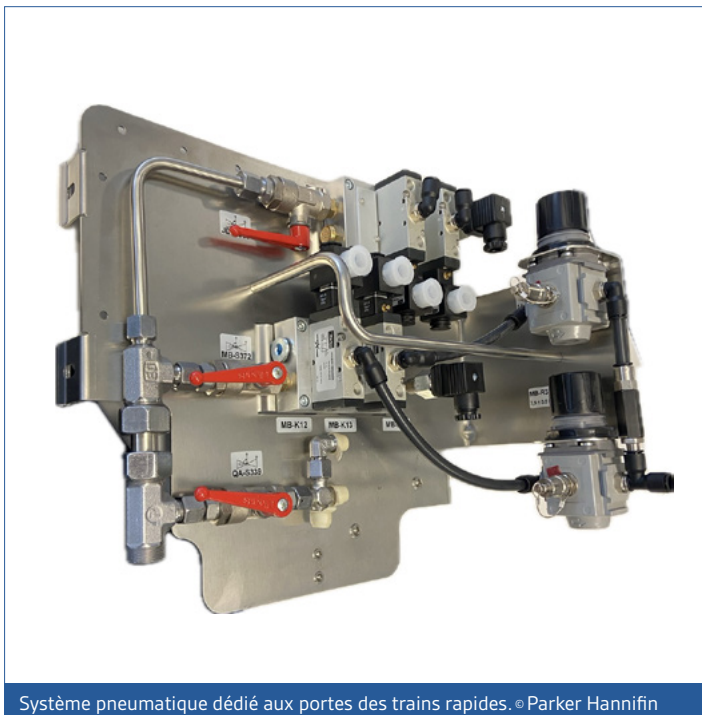


L'EPS a permis à BLUEFINS d'obtenir rapidement une centrale hydraulique clé en main, avec la garantie que les essais fonctionnels aient été réalisés en usine Moog. © Bluefins

Les systèmes de refroidissement sont intégrés pour garantir la stabilité thermique des fluides et prolonger la durée de vie des composants.

Hydac déploie ses efforts d'amélioration selon trois axes : la digitalisation, d'une part, avec le déploiement de solutions connectées pour la maintenance prédictive et la gestion des données. L'efficacité énergétique, via un groupe motopompes à vitesse variable, des accumulateurs, valves et blocs fonctions intelligents pour récupération d'énergie, des fluides biodégradables. Enfin l'accent est mis sur la sécurité et l'ergonomie grâce au développement de systèmes compacts, silencieux et conformes aux normes environnementales.

Jean-François Haller ajoute : « *Les perspectives d'évolution du matériel vont vers l'hydraulique intelligente : IA et IoT pour l'auto-optimisation et la maintenance prédictive, la combinaison hydraulique-électrique pour améliorer la flexibilité et l'efficacité énergétique.* »



Système pneumatique dédié aux portes des trains rapides. © Parker Hannifin

ROI, compétitivité, maintenance : les arguments chiffrés

Les bénéfices des systèmes intégrés et complets sont tangibles :

- Réduction du temps de mise en marché de plusieurs mois à quelques semaines,
- Économies de main d'œuvre et de stockage,
- Diminution de 60 à 80 % de la consommation d'énergie grâce à la variation de vitesse,
- Compacité accrue (jusqu'à - 75 % d'encombrement).

La maintenance prédictive permet par ailleurs de réduire fortement les arrêts non planifiés et de prolonger la durée de vie des équipements, tout en limitant l'impact environnemental et en optimisant les ressources. Stéphane Wagner, président d'Ethywag, ajoute : « *Le besoin actuel des clients est l'efficacité, c'est-à-dire la consommation la plus juste d'énergie par rapport aux besoins de l'actionneur, et ce à n'importe quelle phase de fonctionnement. Au sein du réseau d'hydrauliciens, chaque*

société fait attention à réduire la consommation électrique lors de nouveaux designs ou de rétrofits ».

HP2S est un expert en hydraulique, pneumatique et équipements sous pression basé à Oyonnax. Il accompagne les industriels dans la maintenance, l'entretien et la sécurisation de leurs installations hydrauliques, pneumatiques et de leurs équipements sous pression dans l'Ain et en Auvergne-Rhône-Alpes. Jérôme Schmitt, son président, détaille son rôle : « Nous avons pris, depuis quelques années, le virage de la maîtrise des ESP (équipements sous pression : vessie ou piston) suivant l'arrêté du 20/11/2017, et cela pour toutes les marques d'équipements. » Les équipements sous pression de l'industrie hydraulique sont indispensables pour stocker, transférer et contrôler les fluides hydrauliques, assurant le bon fonctionnement des systèmes industriels. Jérôme Schmitt poursuit : « Notre axe de développement s'est clairement orienté vers la maîtrise réglementaire de ces ESP en mettant en œuvre une politique de suivi de qualité et de gestion administrative, ce qui nous a permis d'obtenir la maîtrise du poinçon « tête de cheval » et d'être autonomes pour nos requalifications. Nous apportons ainsi une meilleure réactivité à nos clients, associée à un stock permanent d'appareils neufs dans tous les volumes. Nous proposons également la gestion administrative des parcs accumulateurs chez nos clients. » Selon le président, « à l'heure de l'électrifications des systèmes hydrauliques, les ESP type accumulateurs à vessies ou pistons demeurent des solutions incontournables pour obtenir des débits instantanés élevés. Nous avons donc encore un avenir devant nous. Vue la complexité de la réglementation, nos clients apprécient ce service de prise en charge de leur parc. »

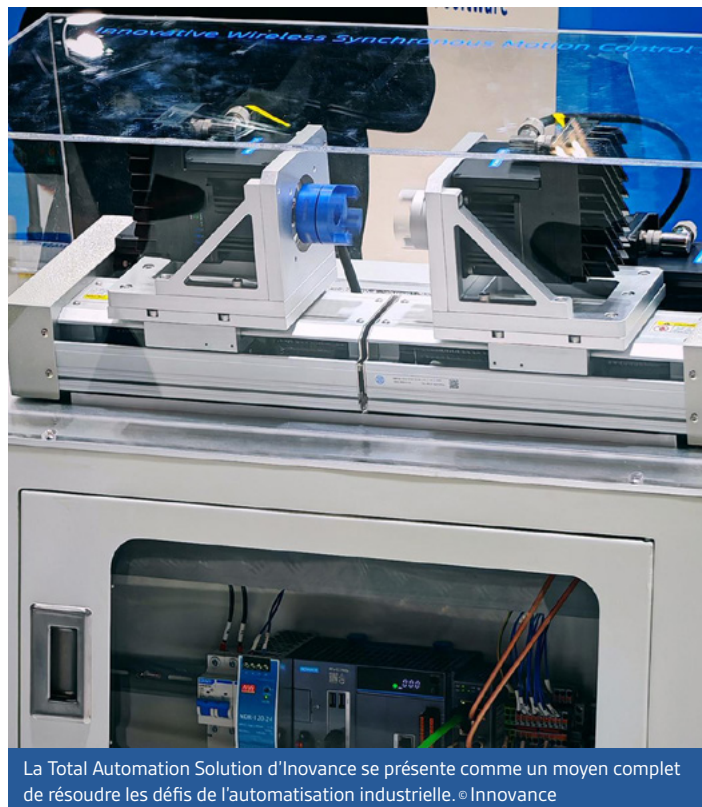
Retrofitting et évolutivité : la seconde vie des machines

L'enjeu n'est pas seulement la création de solutions neuves ; le retrofit, ou « seconde vie » des équipements, prend de l'ampleur. Remplacer seulement ce qui est nécessaire, améliorer l'existant

Centrale hydraulique modulaire

Ringspann propose une large gamme de centrales hydrauliques pouvant répondre aux exigences de sécurité et spécifications clients sur des applications de freinage d'urgence. Franck Dreux, directeur général de Ringspann France, détaille : « Le système de contrôle BCS a par exemple été développé à la demande de nos clients pour garantir une distance de freinage identique, quelle que soit la charge de la machine à freiner. Le système se compose d'une centrale hydraulique pilotée par un boîtier électronique de contrôle qui ajuste en permanence la pression hydraulique dans les freins. »

Le fabricant a pu déployer ce produit pour un convoyeur de minerai. La charge du convoyeur peut varier fortement mais la régulation de freinage évite tout arrêt brusque en cas de faible charge. Franck Dreux ajoute : « Les centrales hydrauliques gérées électroniquement sont devenues modulaires afin de s'adapter parfaitement aux besoins du client ce qui permet de réduire la surcapacité et donc les coûts. »



La Total Automation Solution d'Innovance se présente comme un moyen complet de résoudre les défis de l'automatisation industrielle. © Innovance

grâce à l'ajout de modules intelligents ou au remplacement de pompes surdimensionnées par des moteurs à vitesse variable permet de concilier durabilité, performance et économies. Comme le précise un expert de Festo : « Nous donnons une seconde vie aux machines, en diminuant les temps d'arrêt et en réduisant la consommation énergétique. »

Le responsable d'Hydraulique Aquitaine témoigne d'une tendance croissante : « Installer un système plug and play sur une machine ancienne, c'est possible. Nous analysons les composants sensibles pour mieux gérer le remplacement des pièces et piloter l'ensemble de la centrale via l'électronique pour éviter les arrêts de production ».

Perspectives industrielles

La généralisation des solutions intégrées et connectées dans la transmission de puissance marque une mutation profonde de l'industrie. L'innovation ne concerne plus seulement la technologie, mais aussi les modes de service : conseil, formation, support à distance et maintenance préventive deviennent autant de piliers de la compétitivité industrielle. La frontière entre fabricants de composants, intégrateurs et cabinets d'ingénierie s'efface. Demain s'annonce flexible, automatisé, économe en énergie et ouvert à la diversité du mix énergétique, avec la montée en puissance du couplage hydrogène-électrique, de l'analyse prédictive et de la personnalisation de masse. Comme le résume un dirigeant du secteur, « l'avenir appartient aux solutions intelligentes, capables de répondre immédiatement aux besoins complexes d'industries toujours plus connectées et exigeantes ». Industriels et fournisseurs l'affirment : l'heure est à l'audace et à la synergie des expertises, sur fond de transition numérique et énergétique. Les systèmes intégrés, véritables catalyseurs de performance et de durabilité, façonnent déjà l'usine du futur. ■