

## Hydraulique et pneumatique

# Les avancées technologiques récentes

Organisée en mai dernier par le Cetim en partenariat avec Artema, la 4<sup>ème</sup> édition de la journée « Transmissions et Roulements » a notamment permis de mettre en exergue les récentes avancées technologiques en matière de transmissions hydrauliques et pneumatiques. Illustrées de nombreux exemples pratiques, les présentations ont relevé les atouts et la complémentarité des différentes technologies et tracé quelques pistes de réflexion quant à leur avenir.

► **Les transmissions hydrauliques et pneumatiques ont encore de beaux jours devant elles.** Du moins, si l'on en juge par les cas d'applications que Jean-Marc Belot, responsable de la veille technologique hydraulique et pneumatique au Cetim, s'est attaché à décrire à l'occasion de la journée « Transmissions et Roulements » - la quatrième du genre - qui s'est tenue le 15 mai dernier sous l'égide du Centre technique des industries mécaniques en partenariat avec Artema, le syndicat des professionnels de la mécatronique. La plupart de ces exemples se rattachent, en effet, à des industries d'avenir et à des secteurs qui contribueront indéniablement à la croissance future de nos économies.

### Hydraulique et énergies renouvelables

C'est le cas des nouvelles sources d'énergies renouvelables, et particulièrement de l'éolien, qui fait appel aux transmissions hydrauliques pour son développement. Pour en convaincre, Jean-Marc Belot cite notamment le cas de l'éolienne offshore Sea Angel, d'une puissance de 7 MW, qui devrait être lancée sur le marché par Mitsubishi d'ici 2015. Cette machine utilisera un entraînement hydraulique et non pas mécanique, « ce qui serait une première mondiale », affirme l'expert du Cetim. L'hydraulique devrait également apporter sa contribution au stockage de l'énergie éolienne, avec notamment l'utilisation de pompes comprimant de l'azote.



L'éolienne offshore Sea Angel, d'une puissance de 7 MW devrait être lancée sur le marché par Mitsubishi d'ici 2015.

Plusieurs projets sont en cours aux Etats-Unis tandis qu'une installation fait l'objet de tests à proximité de Guernesey. C'est également aux Etats-Unis qu'un camion équipé d'un système hydraulique stabilisateur et d'une tour portant une éolienne se déplace en fonction du vent et

permet d'optimiser la production d'énergie.

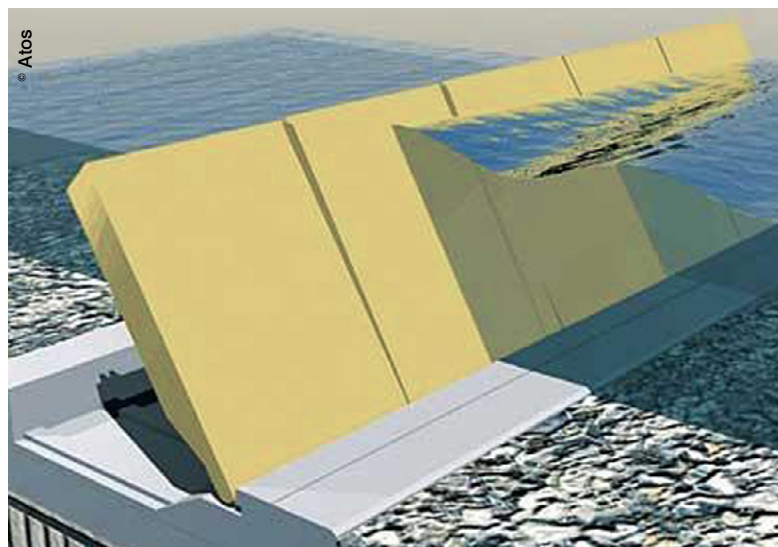
Les transmissions hydrauliques ont aussi un rôle important à jouer dans le domaine de l'énergie hydrolienne et Jean-Marc Belot cite plusieurs exemples concernant une ferme de vagues de 170 MW dans les Orcades, le

projet hydrolien offshore de deuxième génération Searev développé par l'Ecole Centrale de Nantes (une masse suspendue à un dispositif flottant oscille avec les vagues et actionne une pompe qui charge un accumulateur), ou encore le projet WaveRoller de récupération d'énergie des vagues développé par AW-Energy Oy et Metso où l'oscillation de battants est convertie en énergie via des pistons hydrauliques.

Basé sur un actionneur développé par l'université danoise d'Aalborg, le projet WaveStar de convertisseur d'énergie de houle, quant à lui, consiste en la réalisation d'un banc d'essais destiné à reproduire la vague et le flotteur ainsi que l'interaction avec le vérin de prise de force. A cela s'ajoute une inertie, un amortissement et un effet ressort représentés par deux vérins dos à dos. L'ensemble est monté à l'intérieur d'un tube conçu pour résister à des forces importantes.

### Puissance et précision

Le succès de nombreux grands projets d'infrastructures innovants est également basé sur une utilisation judicieuse des transmissions hydrauliques. C'est le cas du projet Moïse de protection de Venise lors des hautes eaux qui utilise des vérins Atos pour le relevage des vannes mobiles. C'est également le cas de l'hydraulique multidirectionnelle pour roue de tunnelier développée à l'université de Zhejiang qui agit tant sur le « lifting » (2 vérins agissent dans le sens vertical), que le « sliding » (1 vérin tire ou



Le projet Moïse de protection de Venise des hautes eaux utilise des vérins Atos pour le relevage des vannes mobiles.

pousse le mécanisme de préhension dans le sens horizontal) et le « revolving » (1 moteur hydraulique entraîne la couronne dentée), tandis qu'en bas, un mécanisme permet d'obtenir la position voulue en forçant le roulis, le tangage et le lacet.

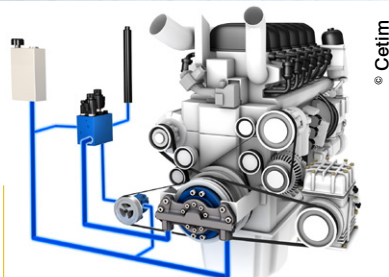
De nombreuses autres applications doivent leur réussite à la puissance et à la précision de l'hydraulique, qu'il s'agisse de redresser des pièces de 30 mètres de longueur avec une précision de 0,1 mm en utilisant des pompes hydrauliques à vitesse variable, de faire fonctionner des ascenseurs « écologiques » avec des fluides biodégradables,

véhicules lourds et bus, avec le système CleanStart™ conçu par Poclain Hydraulics qui permet de stopper le moteur thermique lors des arrêts. Le cœur de ce système est constitué par un démarreur hydraulique entraînant directement le vilebrequin du moteur thermique.

Jean-Marc Belot décrit plusieurs autres cas de mobilité qu'il qualifie « d'inhabituelles », telles un conteneur de 6,5 tonnes qui se transforme en cuisine mobile grâce à l'hydraulique, le pilotage à distance du robot hexapode Mantis avec des vérins hydrauliques (projet Bosch Rexroth), ou encore un concept original



**Le système CleanStart™ conçu par Poclain Hydraulics comprend notamment un démarreur hydraulique entraînant directement le vilebrequin du moteur thermique.**



de lever de lourdes charges en consommant moins d'énergie en utilisant une hydraulique « numérique » combinant valves et accumulateurs de façon flexible, ou encore d'alimenter des actionneurs électrohydrauliques avec des panneaux solaires comme c'est le cas à Rotork, aux Etats-Unis, dans le cadre du projet d'approvisionnement en eau des mines de charbon de la Hunter Valley.

## Mobilité

La mobilité s'inscrit également parmi les sujets de pointe qui font appel aux qualités de l'hydraulique. Ainsi, le projet de transmission hydrostatique à commande secondaire pour automobiles développé à l'université d'Ulsan en Corée du Sud, permet-il de récupérer l'énergie lors de la décélération et du freinage. Autre exemple dans le domaine du Stop & Start pour

de « chaussures hydrauliques » sur des appareils de forage, nouveau type de vérins conçus par Clover Industries (groupe Oilgear) permettant un gain de temps notable lors du passage d'un puits à un autre...

La conception des installations hydrauliques se trouve facilitée grâce au développement d'outils de simulation de plus en plus performants. A commencer par les nouvelles bibliothèques MapleSim ou Automation Studio. La simulation peut être simple 1D multiphysique tels que le logiciel Easy5 2013 de MSC Software (USA) qui permet de simuler plusieurs paramètres simultanément ou les logiciels floEFD et Flowmaster de Mentor Graphics (USA) qui permettent la modélisation hybride 1D-3D.



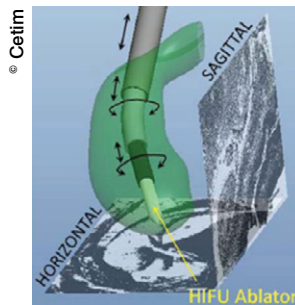
Jean-Marc Bélot cite également deux exemples de simulation multiphysique appliquée concernant respectivement l'utilisation de Lab AMESim d'Imagine pour modéliser les pistons, optimiser leur dynamique et réduire leur bruit sur des pelles Liebherr R9XX, et pour simuler les systèmes hydrauliques entiers sur une transmission hydrostatique Poclain Hydraulics.

### Downsizing et robustesse

Les composants hydrauliques ont, au fil du temps, enregistré de notables progrès en termes de réduction de poids et de taille. Jean-Marc Bélot en veut pour preuve les composants légers en composites de la gamme Lightraics de Parker (plastique renforcé de fibre de carbone haute performance) qui représentent moins de la moitié du poids d'un produit comparable en acier (et même - 65 à 75% pour les vérins de levage 700 bar), le moteur hydraulique Hägglunds CBM qui offre 50% de couple en plus pour 50% de poids en moins, ou encore le moteur hydraulique sans drain d'Hydro Leduc qui facilite le raccordement et optimise l'encombrement et le coût.

L'hydraulique est également synonyme de robustesse. A ce titre, les tuyaux et raccords Tough Cover et Super Tough de Parker Hannifin se distinguent par leur résistance à l'abrasion et leur durée de vie, tandis que les électrovannes inox d'Atos peuvent être utilisées dans des environnements très corrosifs. La surveillance des composants dans le temps s'inscrit dans ce cadre. C'est notamment le cas du système de détection d'état de tuyauteries mis au point par Eaton en collaboration avec l'université Purdue.

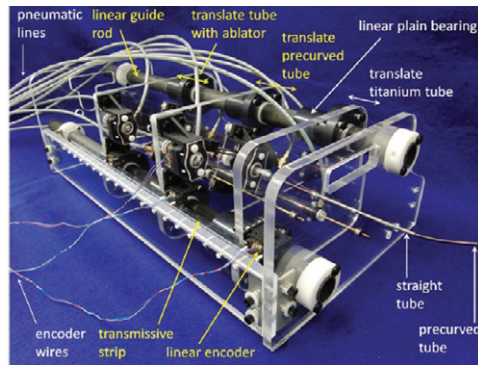
La détection de défaillances à distance fait l'objet de plusieurs recherches concernant l'hydraulique aéronautique (modèle utilisant la physique des composants pour en tirer leurs modes de défaillance), la détection de fuite interne d'une pompe, la détection de défauts d'actionneurs (concept de couche limite variant dans le temps), de valves



Robot pneumatique 5 axes pour intervention IRM :

Figures ci-jointes extraites de :

Comber, D.B., Cardona, D., Webster, R.J., Barth, E.J. : Sliding Mode Control of an MRI Compatible Pneumatically Actuated Robot, p 283-293 (Congress FLUID POWER AND MOTION CONTROL BATH/ASME 12-14 septembre 2012)



(modèle d'ordre réduit et seuils adaptatifs) et de joints (capteur intégré dans un joint polymère)... Avec son système Press Servo Hybrid, Voith a mis au point un procédé de pilotage de presses hydrauliques qui les rend entièrement programmables, divise le volume d'huile par 3 et réduit de 50% la consommation électrique. Le concept Blue Hydraulics Drives de Bosch Rexroth, quant à lui, diminue jusqu'à 70% les pertes de puissance et réduit le niveau sonore. Dernier exemple avec les solutions à pompes multiples de Parker Hannifin où le servomoteur est associé à une combinaison de pompes permettant de former une solution adaptée au besoin de l'équipement.

### Médical et micro-hydraulique

L'hydraulique effectue aussi des percées remarquables dans des domaines où on l'attend peut-être un peu moins. C'est le cas du secteur médical, par exemple, avec les études réalisées par le Georgia Institute of Technology, aux Etats-Unis, pour le transfert de patients à mobilité limitée à l'aide d'une commande hydraulique basée sur une passivité amplificatrice de force.

Par ailleurs, et dans la mesure où le secteur médical cherche à limiter les essais cliniques, il y a un besoin croissant d'appareils simulateurs pré-cliniques (simulateurs de système digestif, respiratoire, urinaire, articulation pied-cheville...).

Et dans ce domaine comme dans d'autres, la micro-hydraulique est très appréciée. Les derniers développements en la matière concernent par exemple, un fluide électro-conjugué pour

micro-pompes, un fluide électro-rhéologique pour endoscope, un générateur d'eau atmosphérique de poche ou un microsystème à ondes acoustiques de surface...

### Préhension, manipulation et précision

Mais Jean-Marc Bélot ne limite pas son propos à l'hydraulique et met également en avant les avancées concernant les transmissions pneumatiques et les atouts de l'air comprimé dans de nombreux domaines d'applications.

Les progrès en termes de préhension, manipulation et précision sont remarquables. En témoignent plusieurs exemples tels qu'un préhenseur pneumatique de pâtisseries mis au point par Vaccon (USA) en réponse à un cahier des charges incluant la porosité et la friabilité, la préhension de formes complexes avec clapets anti-retour et régulateur de débit pour compenser les fuites dues à la porosité des matériaux, un dispositif de préhension à pince pneumatique Dalmec pour la manipulation de meubles en production, ou l'utilisation de pinces Camozzi CGLN plus résistantes à l'usure et aux saletés.

Aux Etats-Unis, Energid a mis au point un robot de cueillette d'orange doté d'un bras avec plusieurs tubes pneumatiques guidé par une caméra qui détecte les fruits à cueillir. La Washington State University a développé avec AGI Automation une pince pneumatique destinée à équiper un robot immersible autonome. Jean-Marc Bélot cite aussi les ventouses piSave à détection

d'objet, une préhension magnétique à contrôle pneumatique et un manipulateur pneumatique double câble.

La précision des transmissions pneumatiques s'avère précieuse dans des cas tels que le remplissage de fûts avec un système électropneumatique intégrant le concept Ivac de Norgren, l'utilisation d'une buse électropneumatique précise pour jet de fluide ou encore d'actionneurs électropneumatiques Festo protégés de l'humidité et de la contamination engendrée par les lavages fréquents dans l'agroalimentaire.

### Environnements sévères

A l'instar de l'hydraulique, la pneumatique trouve des débouchés de pointe dans le domaine médical. Notamment dans un environnement IRM dont elle ne perturbe pas le signal. C'est le cas sur un robot 5 axes destiné à des interventions sur le cerveau, composé de tubes concentriques actionnés par des vérins non-magnétiques.

En outre, la pneumatique enregistre d'importants progrès en termes de réduction des fuites, de diminution de la consommation énergétique, de compacité et de polyvalence.

Enfin, les composants pneumatiques se distinguent par leur capacité à résister aux environnements les plus sévères. Qu'il s'agisse de transport pneumatique à sécurité améliorée pour la farine ou d'équipements magnétiques destinés au ferroviaire (déchargement de wagons, freinage, mécanismes de pantographes, portes, toilettes...) et travaillant dans de rudes conditions en termes de températures, chocs et vibrations.

Jean-Marc Bélot cite enfin l'exemple d'un « harpon pneumatique de l'espace » amorcé par un système pneumatique avec un contrôle de l'air comprimé qui permettrait « d'intercepter quelques-unes des 6.000 tonnes de débris gravitant dans l'espace »... Une note très futuriste qui confine à la science fiction, mais qui laisse très optimiste quant à l'avenir de ce type de transmissions ! ■