

Systemes de direction hydrauliques

Une technologie en évolution permanente

En matière de direction hydraulique, les priorités varient d'une application à l'autre, mais aussi entre les différents intervenants concernés. Les concepteurs de systèmes de direction cherchent à augmenter leurs marges sur les véhicules vendus, tandis que les utilisateurs finaux souhaitent améliorer la productivité. Ce scénario évolue au fur et à mesure que fabricants et utilisateurs prennent conscience de l'existence de nouvelles technologies. Dans cet article, **Christophe Natter**, chef de produit Commandes mobiles auprès de la division Hydraulique d'Eaton, analyse les problèmes rencontrés par les opérateurs de véhicules tout terrain et explique en quoi l'introduction de la technologie électro-hydraulique améliore leur précision et leur productivité.

► « Les nombreuses décennies d'expérience d'Eaton en ce domaine en attestent : un fournisseur de composants et de systèmes de direction doit être suffisamment important et suffisamment au fait de la technologie pour proposer un grand choix de types de direction adap-

tés à diverses applications. Ce choix peut être complété par une offre de composants appropriés : pompes, moteurs, distributeurs, flexibles et raccords, et, de plus en plus, produits et solutions électro-hydrauliques avec composants électroniques (calculateurs et afficheurs) et software.

Même si un fournisseur dispose des vastes ressources nécessaires au développement de ces produits, il a également besoin d'une présence locale sur les sites des constructeurs. Il doit aussi veiller à s'assurer que chaque client peut définir avec précision la solution qu'il lui faut parmi les technologies disponibles.

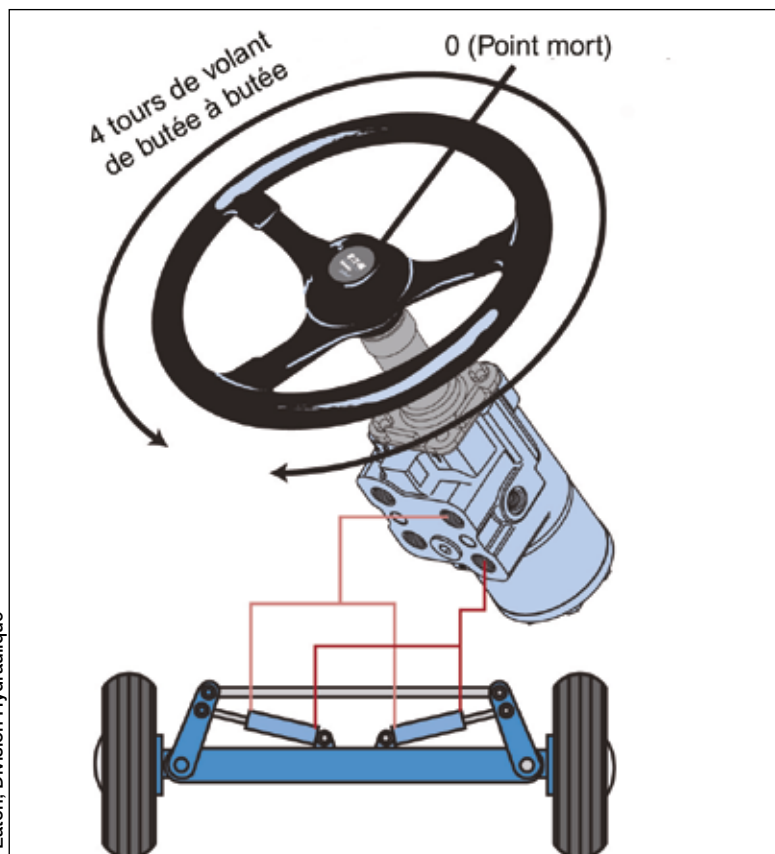
Exigences variables

Bien que les applications impliquant des boîtiers de direction puissent avoir des priorités différentes, elles sont toutes à la base de besoins similaires. Les opérateurs de tracteurs, d'engins de construction et autres machines tout terrain conduisent généralement à une vitesse raisonnable pour se rendre là où ils ont besoin d'aller. Une fois sur place, ils braquent et manœuvrent intensivement pour accomplir des tâches agricoles, d'excavation, de levage, de déplacement, ou autres : autant d'activités exigeantes qui durent en général plusieurs heures. En outre, tous les véhicules doivent respecter les normes de sécurité locales pour chaque mode de fonctionnement.

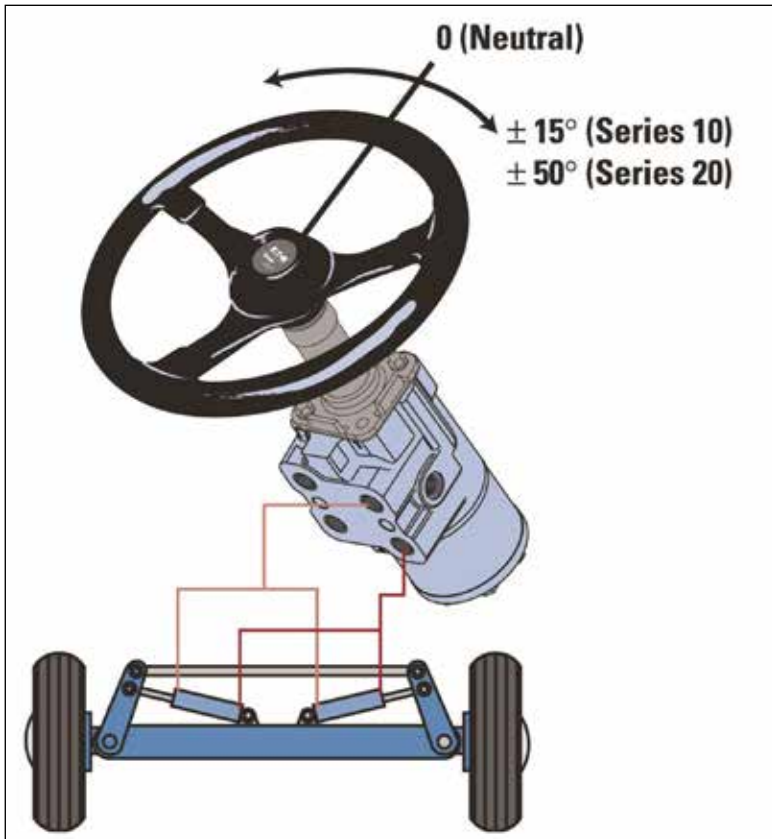
Lors des trajets plus longs, la direction doit être fluide et réactive, tout en évitant une sensibi-

lité excessive aux manipulations du conducteur ou aux imperfections de la route. Toutefois, lors d'activités intensives à faible vitesse, les conducteurs doivent bénéficier d'un meilleur effet directionnel tout en effectuant le moins d'effort et de mouvements de rotation du volant. Cela permet de réduire la fatigue et d'augmenter la productivité. Bien que partageant généralement ces objectifs, les applications peuvent commencer à différer quant au degré requis "d'amplification de la direction", à sa mise en œuvre, et au choix des options ou fonctionnalités associées.

Afin de comprendre comment un fournisseur d'équipements de direction peut répondre à ces exigences variables, examinons la technologie de direction hydraulique innovante développée par Eaton depuis de nombreuses années et les possibilités d'adaptation et de combinaison de ses composants en vue de satisfaire aux besoins de chaque fabricant. Notre analyse comprend une introduction aux futurs développements, dans la mesure où Eaton s'emploie à intégrer aux systèmes hydrauliques des technologies de communication et systèmes électroniques embarqués.



© Eaton, Division Hydraulique
Système VersaSteer d'Eaton – Schéma (1)



© Eaton, Division Hydraulique
Système VersaSteer d'Eaton – Schéma (2)

Le boîtier de direction

La conduite tout terrain sous sa forme moderne remonte à 1957, avec le développement de la première unité de direction Orbital par Lynn Charlson. Eaton a racheté la société de ce dernier, Char-Lynn, en 1971. Eaton est l'un des trois plus grands fabricants mondiaux d'équipements de boîtiers de direction ; les tracteurs agricoles et les engins de construction représentant ses principaux segments. L'offre de la société est centrée sur son boîtier de direction (SCU), dispositif unique composé d'un distributeur rotatif avec tiroir et chemise relié mécaniquement à un gerotor définissant la cylindrée. Le SCU est raccordé hydrauliquement aux roues, sans aucune connexion mécanique entre celles-ci et le volant.

Le schéma 1 représente les composants internes d'un SCU Eaton. Lorsque le conducteur commence à tourner le volant, le tiroir comprime les ressorts de centrage contre la chemise. Des orifices commencent à s'ouvrir à travers le distributeur, connectant le débit de la pompe au gerotor.

Le gerotor pivote, tournant la chemise dans la même direction que le tiroir, tandis que l'huile déplacée par le gerotor est envoyée au(x) vérin(s) de direction. Quand le braquage cesse, la chemise rejoint le tiroir, obturant ainsi les passages à travers le distributeur ; et lorsque le volant est relâché, les ressorts de centrage ramènent le tiroir au point mort.

Une plateforme pour plusieurs extensions

Une unité de ce type assure une direction fluide et fiable, même en cas de panne d'alimentation. Elle permet en général un braquage de butée à butée en quatre à six tours de volant environ. Elle offre également une plateforme capable d'accepter les extensions en vue de l'optimiser pour différentes applications. Dans les cultures agricoles en lignes, par exemple, les opérateurs bénéficieront d'une subtile augmentation de l'effet directionnel pour les virages en fin de ligne, permise par la direction à cylindrée variable Q-Amp d'Eaton. En fonctionnement normal et lors de virages lents, les vérins de

direction reçoivent uniquement l'huile du gerotor. Pour les virages rapides, des orifices supplémentaires s'ouvrent dans le tiroir du SCU, permettant d'augmenter le débit (généralement jusqu'à 60 %) qui contourne le gerotor, améliorant ainsi la vitesse directionnelle du véhicule et donc le rendement. Les tours de volant nécessaires pour un braquage de butée à butée peuvent alors passer de cinq à trois par exemple.

Dans de nombreuses applications, la cylindrée réduite du gerotor facilite la direction en mode dégradé lors d'une éventuelle panne, éliminant le coût d'une pompe électrique de secours tout en respectant les normes de sécurité. D'autres économies peuvent s'ajouter à cela, la direction avec option Q-Amp étant compatible et permettant d'utiliser des gerotors de plus petite taille.

Les véhicules articulés, tels que les chargeuses sur roues ou les débusqueurs présentant une inertie élevées, peuvent bénéficier de systèmes Q-Amp avec équilibrage des deux chambres des vérins. Un bypass contrôlé, reliant le vérin de direction au réservoir, permet de réduire l'instabilité, d'assouplir la direction et de limiter les à-coups. Il est également possible de diminuer de moitié les phénomènes vibratoires liés à l'accélération latérale et d'améliorer la stabilité du système en employant une direction à grand angle d'ouverture ; ce résultat est obtenu par une réduction du gain sur les orifices du tiroir de distribution. La réponse directionnelle demeure suffisamment rapide pour que la réduction de gain soit à peine perceptible par l'opérateur.

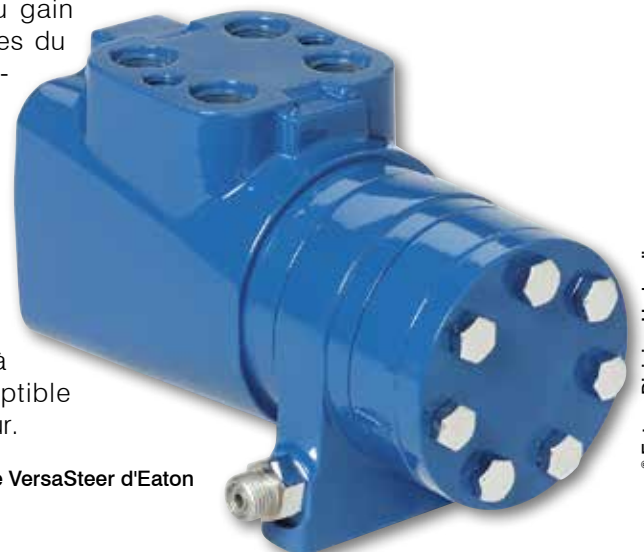
Double gerotor

Les véhicules de plus grande taille, tels que les tracteurs de 100 ch ou plus et les tractopelles, peuvent éviter le recours à un système de secours auxiliaire et respecter les réglementations routières ISO/TÜV en utilisant une SCU à double gerotor. En mode d'urgence ou non assisté, une

« Les véhicules de grande taille peuvent éviter le recours à un système de secours auxiliaire et respecter les réglementations routières en utilisant une SCU à double gerotor »

valve logique isole le gerotor de plus forte cylindrée, laissant le plus petit opérationnel, permettant ainsi d'utiliser la direction en mode manuel. Les systèmes à double gerotor peuvent également être employés pour des systèmes de direction à deux vitesses, l'opérateur pouvant choisir la cylindrée et le taux d'amplification. Par exemple, l'opérateur peut passer d'un

Système VersaSteer d'Eaton



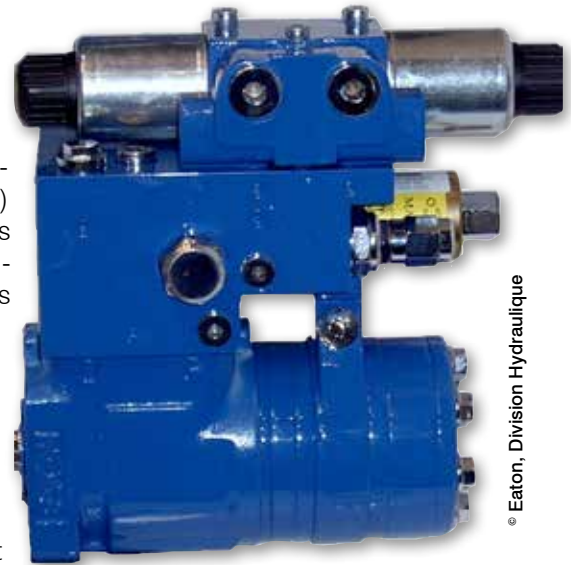
braquage de butée à butée de six tours en mode routier, à un braquage en deux tours pour le cycle de travail. Ces systèmes peuvent notamment être utilisés dans les tractopelles, les tracteurs, les véhicules forestiers, les appareils de manutention téléscopiques, les balayeuses et les véhicules dotés d'une direction de type Ackerman.

Pour les applications qui nécessitent des résultats vraiment spectaculaires, avec un braquage de butée à butée obtenu en tournant le volant d'à peine $\pm 45^\circ$, Eaton propose le système VersaSteer™. Durant la conduite normale, ou en cas de manœuvre d'urgence, le SCU peut fonctionner en mode standard, où le débit ne passe que par le gerotor. Lorsque le

travail de l'opérateur inclut des virages rapides et répétés, celui-ci peut simplement basculer en mode Direction rapide, qui contourne le gerotor : seule la servovalve rotative contrôle alors l'écoulement d'huile vers les vérins de direction. Contrairement aux systèmes bi-modes classiques commandés par joystick, VersaSteer fonctionne à l'aide d'un volant unique, supprimant ainsi le coût et l'encombrement liés à un joystick et aux composants mécaniques, électriques et hydrauliques qui lui sont associés. Le système VersaSteer peut être employé dans des applications allant des balayeuses aux asphaltteuses, en passant par les camions-bennes articulés et les engins forestiers.

De nouvelles perspectives

Les composants électro-hydrauliques (EH) sont de plus en plus répandus, notamment sur les véhicules agricoles de grande taille, en raison des possibilités qu'ils génèrent en connectant les systèmes de direction hydrauliques aux systèmes de communication et à l'électronique embarquée. Des capteurs et des actionneurs peuvent être intégrés au système hydraulique. Un système de guidage par GPS peut être installé offrant une variété d'options utilisant des valves industrielles éprouvées.

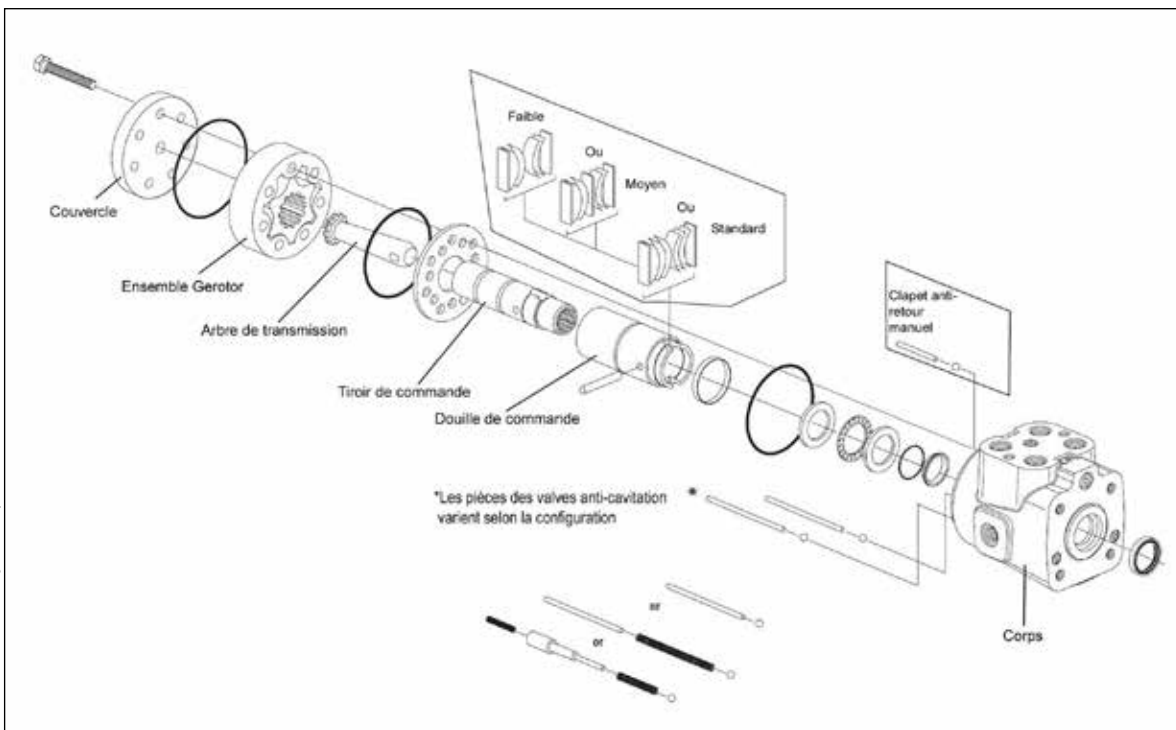


© Eaton, Division Hydraulique

Valve d'autoguidage

Il est ainsi possible de contrôler par l'électronique les systèmes de direction rapide, d'amplification de débit et de correction de dérive. Il devient possible d'avoir une permutation d'une direction de type « non load-reaction » à « load reaction » ; en mode de réaction de charge, l'opérateur peut ressentir les conditions de la chaussée, comme dans une voiture, tandis que le mode de non réaction maintient la position de l'essieu directeur, même sur un terrain accidenté ou inégal. La direction par joystick peut être considérée pour les applications où elle est préférable, et des systèmes peuvent être conçus pour satisfaire aux exigences de type AgPI D ou E.

Les systèmes électro-hydrauliques récents intègrent des composants tels que des pompes et des distributeurs intelligents, qui communiquent via une infrastructure CAN-bus commune. Bien que des systèmes aussi décentralisés accroissent la complexité, ils offrent des avantages non négligeables. Les temps de réponse sont généralement plus courts ; le véhicule semble donc plus réactif. Le dépannage peut être plus ciblé et plus rapide. Quant aux mises à jour, elles peuvent être effectuées progressivement, ce qui facilite le contrôle des coûts d'entretien du matériel. En outre, l'agriculture de haute précision favorisée par les systèmes de commande avancés améliore les récoltes, tout en réduisant les coûts de main-d'œuvre et les coûts énergétiques associés. ■



© Eaton, Division Hydraulique

Composants internes d'un boîtier de direction d'Eaton

Des fluides propres pour une fonctionnalité optimale

La contamination des fluides est le pire ennemi des systèmes hydrauliques. Elle peut être responsable de 80 % des pannes du système, y compris les coupures intervenant dans les tuyaux et les embouts, ainsi que dans les pompes et les distributeurs.

Pour éviter ce problème, la division Filtration d'Eaton propose des cartouches filtrantes et des corps de filtres adaptés à diverses applications hydrauliques, notamment la technologie des systèmes de direction. Des systèmes de surveillance de l'état et de la contamination viennent compléter ce portefeuille. Ces systèmes d'analyse des fluides permettent d'identifier la présence d'une contamination et d'autres problèmes invisibles à l'œil nu, afin de limiter les temps de panne du système.

Les solutions d'analyse, de surveillance et de filtration d'Eaton ne se contentent pas d'assurer le bon fonctionnement des systèmes et composants hydrauliques, elles favorisent aussi la sécurité et la fiabilité du système hydraulique dans son ensemble.