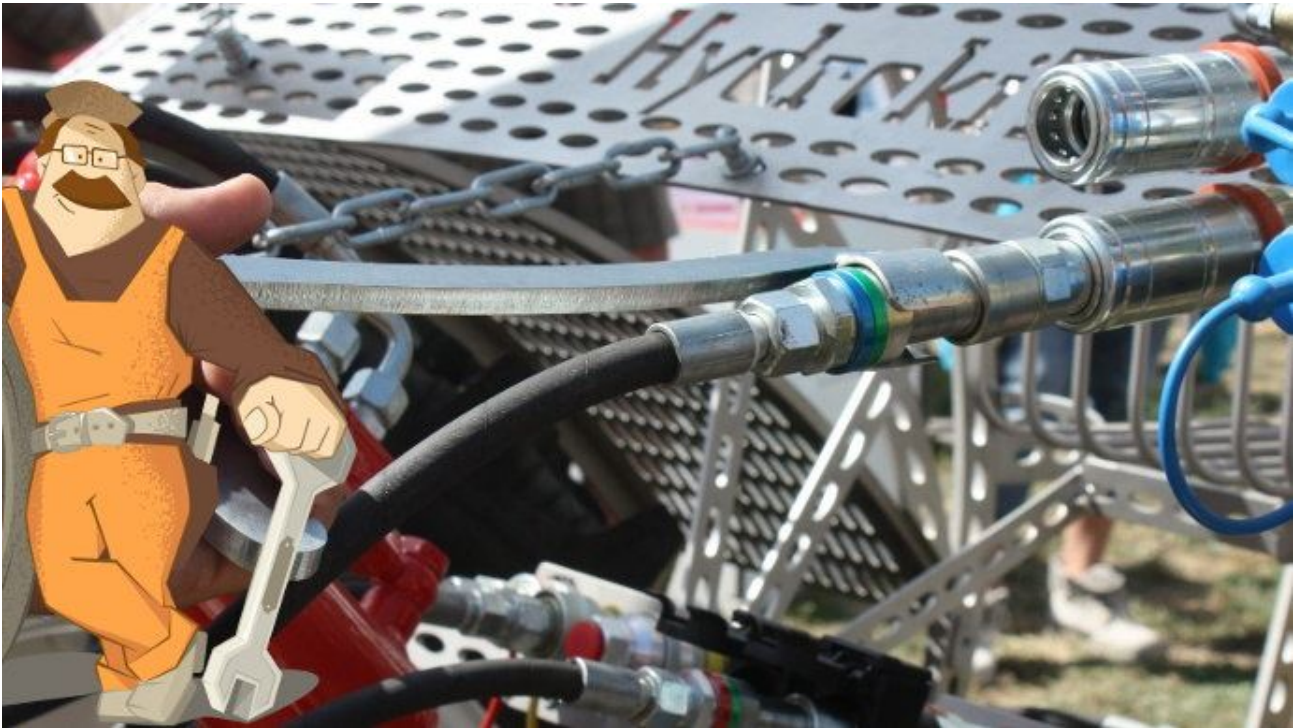


Tout savoir sur les circuits hydrauliques (partie 1)

© 11/05/2018 | 📍 AgroSup Dijon • 📰 Terre-net Média

Le circuit hydraulique est un des éléments principaux du tracteur agricole. C'est lui qui va permettre l'animation d'outils, via des organes hydrauliques tels que des vérins, des moteurs hydrauliques... Grâce à des formules physiques, on va pouvoir dimensionner ces différents éléments afin d'avoir des circuits performants qui pourront répondre aux attentes des agriculteurs. C'est ce que nous découvrons dans cette première partie de l'atelier de Michel rédigée avec l'équipe pédagogique "Agroéquipements" d'AgroSup Dijon.



Cliphdro de la société Hydrokit pour faciliter la manipulation des distributeurs hydrauliques (©Terre-net Média)

L'hydraulique permet la transmission de couples et de forces élevés, une souplesse d'utilisation avec des variations de vitesses infinies et une bonne fiabilité. Comme tout circuit faisant intervenir un fluide, les deux caractéristiques principales sont **le débit et la pression**. Avec ces deux spécifications, nous pourrions déterminer une grande partie du circuit.

Quelques définitions d'hydraulique

La pression qui est donc le rapport d'une force sur une surface : $p \text{ (Pa)} = F \text{ (N)} / S \text{ (m}^2\text{)}$, va déterminer la « force » du circuit hydraulique. Elle sera déterminée par le tarage du limiteur de pression, détaillé dans les paragraphes suivants.

Le débit va dépendre de la cylindrée et de la vitesse de rotation de la pompe $Q \text{ (l/min)} = \text{cyl (cm}^3\text{/tr)} * \omega \text{ (tr/min)} / 1000$, ce critère va concrètement déterminer la vitesse d'action des mouvements par exemple la sortie d'un vérin.

La puissance hydraulique sera calculée à partir de la relation entre le débit et la pression, $P \text{ (kW)} = p \text{ (Pa)} * Q \text{ (m}^3\text{/s)} / 600$.

Le rendement du circuit hydraulique est le rapport de la puissance de sortie sur la puissance d'entrée. $R = P_s / P_e$.

Pompes hydrauliques : l'organe indispensable

Les pompes sont les éléments de base du circuit hydraulique. Ce sont elles qui vont fournir le débit et la pression et donc la puissance hydraulique.

- **Les pompes à engrenages**

Les **pompes à engrenages** sont les plus utilisées sur les tracteurs agricoles ayant un débit hydraulique allant jusqu'à 100 l/min et la pression maximale obtenue est de l'ordre de 200 bars. Le fonctionnement de ces pompes est basé sur la rotation de deux pignons. À l'endroit où ils se séparent, une dépression se crée. Le fluide est ainsi aspiré. Inversement, lorsque les engrenages des pignons se resserrent, le volume se réduit et l'huile entre les dents est mise sous pression : c'est l'action de refoulement. De par leur conception, les pompes à engrenages sont à cylindrée fixe, déterminée par le pas entre les dents du pignon.

- **Les pompes à palettes**

Ce sont des **pompes à cylindrée fixe** : le rotor central porte les palettes qui coulisent sur celui-ci. Étant excentrique au stator, on peut voir que l'espace

entre les palettes augmente au niveau de l'orifice d'admission. Cette augmentation de volume crée une « dépression » qui va aspirer le fluide. Ensuite, ce dernier est transporté entre les palettes. Cet espacement va déterminer la cylindrée. Passé la moitié, le volume entre les palettes va tendre à diminuer, ce qui va créer une surpression et comprimer le fluide. La phase de refoulement va avoir lieu au niveau de l'orifice de sortie.

- **Les pompes à pistons radiaux**

Ces pompes reposent sur la rotation d'un excentrique qui applique un mouvement de translation verticale à un piston. Quand l'excentrique descend, le piston est poussé par le ressort et aspire l'huile : c'est la phase d'admission. Quand l'excentrique reprend sa position initiale, le ressort est comprimé et le piston remonte pour refouler l'huile.

La particularité de ces pompes : l'orifice de sortie, sur lequel une **soupape de consigne** est montée. En fonction de la pression de sortie, cette soupape s'ouvre plus ou moins et permet de limiter ou non le mouvement de l'excentrique et par là même la course du piston. Grâce à cette soupape, la pompe est autorégulée en débit. Si la pression de refoulement est inférieure à la pression de tarage du ressort, le mouvement de l'excentrique est maximal et la cylindrée aussi. Si la pression de refoulement augmente, la soupape s'ouvre. L'huile remplit l'espace sous l'excentrique et limite ainsi la course du piston, puis la cylindrée et donc le débit de la pompe.

- **Les pompes volumétriques**

Aussi appelées **pompes à pistons axiaux à plateau inclinable**. Ce type de pompe est le modèle le plus utilisé pour les tracteurs de forte puissance étant équipés d'un système Load Sensing proposant un débit supérieur à 110 l/min. Ces pompes permettent de faire varier le débit en ajustant leur cylindrée. Du coup, elles sont aussi utilisées pour les transmissions hydrostatiques et à variation continue. Le fonctionnement de ces pompes repose sur la rotation du plateau sur lui-même et l'inclinaison de celui-ci. En fonction de l'inclinaison, on va régler la course du piston et donc le débit fourni. Le barillet est fixe. Quand le piston descend, il aspire l'huile et au fur et à mesure qu'il remonte, il comprime le fluide jusqu'à le refouler lorsqu'il arrive en course haute.

- **Les moteurs hydrauliques**

À l'inverse des pompes, les moteurs transforment l'énergie reçue par le fluide en énergie mécanique. Ce sont des récepteurs. D'un point de vue technique, les moteurs sont proches des pompes puisque certaines d'entre elles peuvent être transformées en moteur. On distingue deux catégories de moteurs hydrauliques : ceux à cylindrée fixe et ceux à cylindrée variable.

- **Les moteurs à engrenages**

Le rotor transmet le mouvement. Quand l'huile est admise par l'orifice, le volume augmente. Quand elle est refoulée, le volume diminue. Ces phases de compression/détente mettent en mouvement le rotor.

- **Le moteur à pistons radiaux**

Aussi appelé **moteur Poclain**. Les pistons, diamétralement opposés par le centre, sont alimentés deux par deux. Placés sur le front d'attaque de la couronne, ils poussent dans le même sens pendant que deux autres sont sur le front d'attaque opposé. Ce qui permet de renverser le sens d'avancement en inversant l'alimentation des pistons. Ceux-ci effectuent un mouvement de translation. Les pistons sont alimentés lorsque leur sommet arrive au début d'un « creux » de la couronne. La « bosse » suivante repousse le piston et l'huile qu'il y a derrière. Ces moteurs permettent de transmettre un couple important, d'où leur utilisation sur les engins de travaux publics.

- **Les moteurs volumétriques**

Ils fonctionnent comme les pompes volumétriques. Toutefois, l'huile arrive et pousse les pistons successivement, ce qui met l'ensemble (pistons/plateau) en rotation et crée le mouvement mécanique. Un système de régulation limite l'inclinaison du plateau lorsque les pistons poussent sur ce dernier. Ceci évite que la cylindrée devienne maximale : aucune variation de cylindrée et donc de débit ne serait alors possible.

Les distributeurs pour créer les circuits

Ils sont utilisés pour diriger le flux d'huile de la pompe vers le ou les récepteur(s) qui doivent être mis en action. Ils sont caractérisés par leur nombre d'orifices et leur nombre de positions. Concrètement, un distributeur est un carter muni de petits tiroirs sur un boisseau central coulissant dans le carter. Ces tiroirs ferment et ouvrent les orifices afin de faire communiquer ceux de la pompe avec le ou les orifice(s) récepteur(s).

- **Les accumulateurs**

Les **accumulateurs oléopneumatiques** contiennent deux fluides : une huile et un gaz (azote, gaz inerte). Il s'agit d'un élément de sécurité du circuit, protégeant le circuit lui-même et l'opérateur. On gonfle la partie pneumatique avec l'azote, la pression du gaz sera la pression de déclenchement de l'accumulateur. Dès que la pression du circuit devient supérieure à celle du gonflage de l'azote, l'huile rentre dans la chambre. Puis quand la pression du circuit diminue, la pression du gaz étant plus forte, l'huile est refoulée dans le circuit. Ce système permet d'éviter les surpressions et les à-coups dans le circuit. Il est utilisé pour les **systèmes de suspension**, de sécurité non-stop hydraulique...

Les vérins

On distingue deux grandes catégories de vérins : ceux **simple effet** et ceux **double effet**. Les vérins sont utilisés pour transformer l'énergie hydraulique en énergie mécanique et plus précisément en un mouvement de translation. La section active du vérin est une donnée primordiale, car elle influe sur la force de celui-ci ($\text{Force} = \text{Pression} \times \text{surface}$). Plus cette surface est importante, plus la force du récepteur augmente. La pression de la pompe impacte également les performances du vérin. De même pour sa vitesse de sortie ($\text{Vitesse} = \text{Débit} / \text{Surface}$). Là encore, le débit fourni par la pompe a une influence. Plus la surface du vérin est faible, plus la vitesse est importante, ce qui s'explique par le volume à remplir.

- **Le vérin simple effet**

Le vérin n'est commandé hydrauliquement que dans **un seul sens**, celui de sortie. On commande la sortie du vérin en introduisant de l'huile sous

pression. L'entrée du vérin se fait lorsqu'on commande le retour de l'huile au réservoir. La pression chute dans la chambre et le ressort ou le simple poids de la charge repousse le piston.

- **Le vérin double effet**

Les mouvements d'**entrée et de sortie sont commandés hydrauliquement**. La section active de sortie du vérin est la surface totale du piston. Lors de l'entrée, c'est la section du piston qui entoure la tige, puisque l'huile ne peut pas agir sur la section de la tige. Ainsi lorsqu'on remplit une chambre, l'autre se vide. Du coup, les vitesses de sortie et d'entrée sont différentes. Certains vérins possèdent une tige de chaque côté pour disposer de la même section. C'est le cas par exemple du vérin de direction.

>>> La semaine prochaine, nous aborderons les circuits à centre ouvert et fermé ainsi que l'utilisation des composants hydrauliques sur les tracteurs agricoles.