

1. Le fluide hydraulique

Il existe 3 types de fluide :

- les produits aqueux (à base d'eau)
- les huiles minérales
- les huiles de synthèse

Les huiles minérales sont de loin les plus utilisées dans les transmissions de puissances hydrauliques. Pour des cas spécifiques, on peut utiliser les 2 autres.

Les produits aqueux sont des liquides à base d'eau. L'huile de synthèse est composée d'une structure moléculaire unique.

1A. Produits aqueux

L'eau est le fluide qui remplit le mieux la caractéristique d'ininflammabilité. On y rajoutait souvent de la glycérine pour abaisser sa température de congélation ainsi qu'améliorer son pouvoir graissant. Aujourd'hui c'est le glycol qui remplace la glycérine.

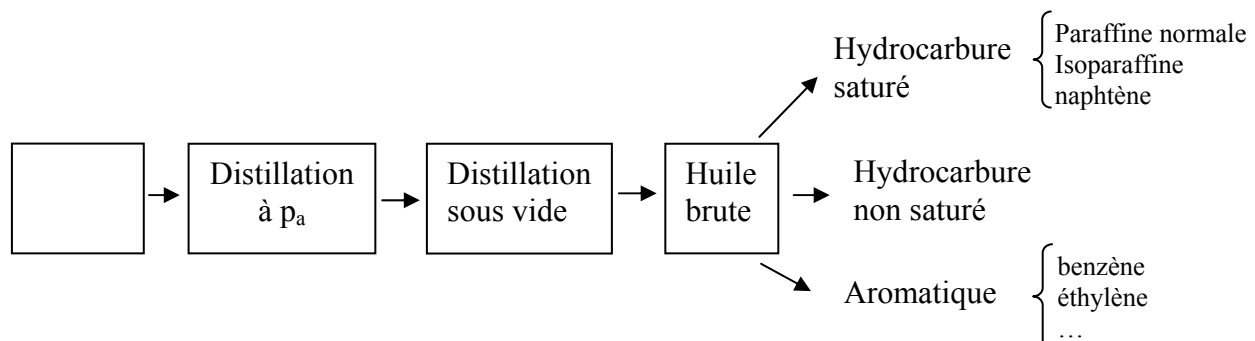
A noter : Le principal problème est l'évaporation de l'eau. Cela change les propriétés initiales du fluide, il faut donc vérifier régulièrement les proportions du mélange et rajouter de l'eau.

Les produits eau + glycol sont utilisés dans les systèmes agroalimentaires. Ils retrouvent aujourd'hui aussi un intérêt dans les systèmes "écologiques".

	Eau + glycol	Eau + huile
Plage de température	-20 à + 60 °C	+5 à +60 °C
Masse volumique (kg/dm ³)	1,1	1
Prix	De 2 à 4 fois plus cher que l'huile minérale	
Applications	Fonderie, sidérurgie, mines, aéronautique	
Caractéristiques	Faible pouvoir lubrifiant Très faible viscosité Faible durée de vie	
Précautions d'emploi	Gonflement des organes en polyuréthane Utilisation de cartouches filtrantes adaptées Agressivité envers le cadmium, le zinc, le magnésium	

1B. Huiles minérales

L'huile minérale est obtenue par transformation chimique du pétrole.



La composition de l'huile minérale est une chaîne complexe comportant généralement :

- Une huile aromatique
- Un hydrocarbure saturé de type naphtène
- Un hydrocarbure saturé de type paraffine normale

A noter: On ajoute très souvent des additifs pour répondre à des fonctions spécifiques à assurer par le fluide.

Pour éviter une usure prématurée du fluide hydraulique, on limite sa température en tout point du circuit à 60°C.

A retenir: Le fluide hydraulique est cancérigène ; si une blessure s'infecte à la suite d'un contact avec un fluide hydraulique, consulter un médecin.

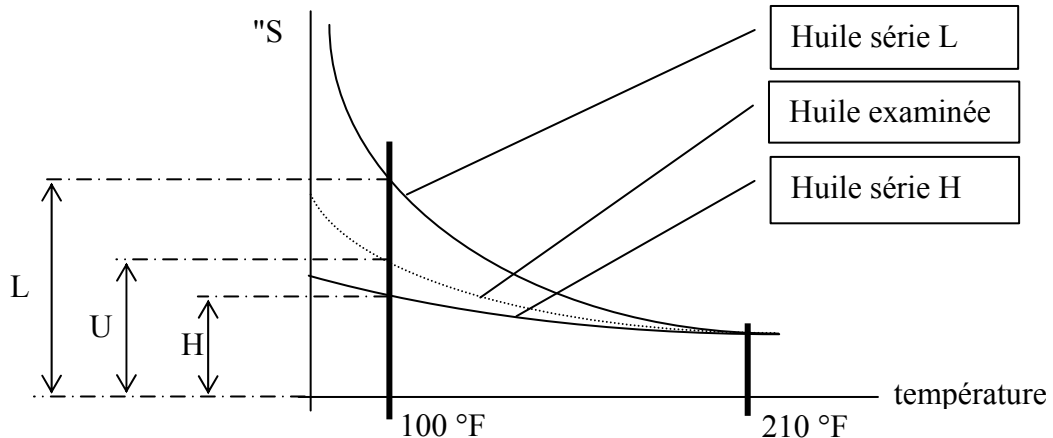
1C. Huiles de synthèse

	Esther phosphatique	Hydrocarbure chloré
Plage de température	-20 à + 150 °C	-20 à + 150 °C
Masse volumique (kg/dm ³)	1,2	1,4
Prix	De 2 à 4 fois plus cher que l'huile minérale	
Applications	Mines	
Caractéristiques	Masse volumique importante Agressivité envers les matériaux non ferreux (téflon)	
Précautions d'emploi	Utilisation de joint en viton Filtration lente Utiliser des tuyaux de grosses sections	

1D. Caractéristiques

1D1. Indice de viscosité V_i

Cet indice est fondamental dans le domaine de l'hydraulique industrielle. Il s'agit en effet d'un indice qui prend en compte la variation de la viscosité en fonction de la température.



L'huile de série L est une huile asphaltique ayant une variation de viscosité importante avec la température et à laquelle on attribue un indice 0.

L'huile de série H est une huile paraffinique ayant une faible variation de viscosité avec la température et à laquelle on attribue un indice 100.

L'indice de viscosité V_i est calculé à la température de 100°F (38 °C) tandis que les deux huiles de référence ont une viscosité à 210 °F (99 °C) identique.

$$V_i = \frac{L - U}{L - H} \cdot 100$$

A retenir : Pour les fluides hydrauliques, on exige un indice de viscosité proche de 100. Plus l'indice est élevé moins il y a de risque que le fluide subisse un changement de viscosité avec une variation de la température.

A froid on observe souvent des phénomènes de cavitation.

La viscosité double au-delà de 350 bars.

1D2. Point d'aniline

Le point d'aniline est la température correspondant au changement d'aspect d'un mélange d'aniline et d'huile (en parties volumétriques égales) pendant son refroidissement. A haute température, le mélange est limpide et lors de son refroidissement il se trouble, c'est ce changement d'aspect qui donne le point d'aniline.

Hydrauliquement, cette notion est très importante car 2 huiles de caractéristiques voisines (acidité, viscosité, pureté,...) auront des comportements différents envers le caoutchouc, élément largement utilisé dans la fabrication des joints d'étanchéité. Ce point d'aniline permet dans la plupart des cas d'utilisation de caoutchouc synthétique, de déterminer si celui-ci gonflera ou rétrécira. L'objectif est que la variation de volume du joint soit la plus faible possible. En général, plus le point d'aniline est élevé et plus le joint se contracte, devient donc dur et cassant, et inversement plus le point d'aniline est bas (en dessous de 80) et plus le joint gonfle et devient donc mou. Une bonne valeur de PA est aux environs de 100.

A retenir : Attention aux nettoyages aux hautes pressions avec des agents solvants, ils agressent les joints.

1D3. Onctuosité

L'onctuosité est l'aptitude à réduire les frottements entre deux surfaces. Plus la pellicule fluide interposée entre les surfaces est permanente et plus le glissement est facile et plus l'onctuosité est importante.

1D4. Point éclair ou d'inflammabilité

C'est la température à laquelle il faut chauffer le fluide pour que les vapeurs produites s'enflamment au contact d'une flamme ET **s'éteignent aussitôt**.

A retenir : Pour les huiles minérales il est aux environs de 120 °C.

1D5. Point de feu ou point de combustion

C'est la température à laquelle il faut chauffer le fluide pour que les vapeurs produites s'enflamment au contact d'une flamme ET **demeurent allumées au moins 5 secondes**.

1D6. Point d'auto inflammation

C'est la température à laquelle il faut chauffer le fluide pour qu'il s'enflamme spontanément au contact de l'air.

1D7. Points de congélation

Il y a 3 moments :

Point de trouble : C'est la température où apparaît une opacité due à la cristallisation de la paraffine lorsque la température s'abaisse.

Point de figeage ou d'écoulement : C'est la température où l'huile ne peut plus s'écouler.

Pour les huiles minérales il est de -30°C .

Point de fluage : C'est le point inverse du figeage mais en partant d'une huile congelée. Lorsque deux pièces congelées, avec l'huile qui les entoure, redeviennent mobiles par un réchauffement lent on obtient le point de fluage.

1D8. Propriétés anti-corrosives ou indice d'acide

En hydraulique de nombreuses pièces sont en cuivre et en acier. Il est important que le fluide n'agresse pas ces matériaux. En plongeant une lame de cuivre dans le fluide pendant 3 heures à 100°C on apprécie ou non la présence d'acide dans celui-ci si il y a un changement d'aspect de la lame.

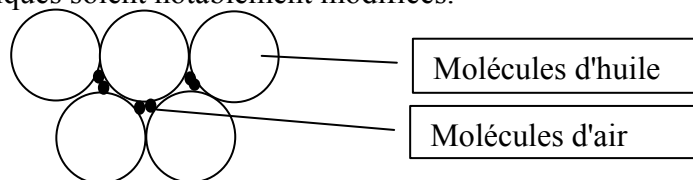
L'indice d'acide est le nombre de milligramme de potasse nécessaire à neutraliser 1 gramme du fluide.

1D9. Carbone résiduel

Après chauffage sous certaines conditions du fluide étudié il ne reste plus que du coke. L'importance et l'aspect de celui-ci renseigne sur l'aptitude du fluide à ne pas trop se déposer sur les parois lors d'utilisation à des températures très élevées.

1D10. Comportement vis-à-vis de l'air ou désémulsion

Tout fluide est capable d'absorber une certaine quantité d'air sans pour autant que ses caractéristiques soient notablement modifiées.



Au delà d'une certaine quantité d'air le fluide est "diminué" car les molécules d'air se juxtaposent. On définit donc un coefficient de solubilité appelé coefficient de Bunsen ou d'Oswald.

La quantité d'air est proportionnelle à la pression. Il est donc très important dans les systèmes hydrauliques d'en tenir compte. Plus la pression est élevée et moins il y a d'air.

A retenir : Pour l'air dans l'huile le coefficient vaut 0,09 soit environ 10 %
Pour l'air dans l'eau le coefficient vaut 0,02

A noter : Pour des températures, du fluide, supérieures à 60°C, chaque tranche de 10°C supplémentaire, double l'oxydation à l'air ; il faut penser alors à le refroidir.

1D11. Conductibilité thermique

Elle caractérise l'aptitude du fluide à évacuer la chaleur produite par les divers frottements mécanique ou hydraulique. Un mauvais refroidissement par conduction du fluide peut obliger l'adjonction d'un échangeur huile air.

1D12. Non conductibilité électrique

Elle caractérise l'aptitude du fluide à ne pas conduire l'électricité en cas de court-circuit. Il est important pour le bon fonctionnement des organes électriques que la continuité électrique ne soit pas remise en cause par une fuite de courant par le fluide hydraulique.

1D13. Autres caractéristiques

Un certain nombre d'autres caractéristiques permet d'améliorer le fluide, il s'agit :

- Du pouvoir détergent :
Caractérise l'aptitude du fluide à nettoyer en permanence les surfaces contaminées dans lequel il circule.
- Du pouvoir de désaération :
Caractérise l'aptitude du fluide à permettre aux bulles d'air de remonter à la surface, au niveau de la bêche.

- Du pouvoir anti-usure :
Caractérise l'aptitude du fluide à limiter l'usure des pièces métalliques en mouvement à son contact.
- Du pouvoir anti-mousse :
Caractérise l'aptitude du fluide à s'opposer à la formation de mousse en surface lors des remontées de bulles d'air.

1E. Désignation des huiles minérales

Elle est établie à partir de la norme ISO ASTM. International Standard Organisation American Society for Testing and Materials.

ISO VG 100

100 : viscosité cinématique ν en mm^2/s à 40 °C

Il s'agit d'une classe de viscosité, on aura donc une valeur mini et une valeur maxi autour de la valeur nominale. Il existe 7 classes : 15 ; 22 ; 32 ; 46 ; 68 ; 100 et 150.

Classe	15	22	32	46	68	100	150
Mini	13.5	19.8	28.8	41.4	61.2	90	135
Maxi	16.5	24.2	35.2	50.6	74.8	110	165

Viscosité exprimée en mm^2/s

Pour chaque classe il existe 5 catégories HH ; HL ; HM ; HV et HG allant de la plus simple à la plus élaborée.

- HH : huile minérale brute
- HL : HH + pouvoir anti-rouille + pouvoir anti-oxydation
- HM : HL + pouvoir anti-usure
- HV : HM + viscosité élevée
- HG : HM + anti-stick-lip (broutement)

1F. Contrôles

1F1. Qualitatif

	Effets	Causes
Visuel	Mousse ; couleur ; particules	Eau, air ; Oxydation par l'air ; métaux
Auditif	Bruits anormaux	Air dans le circuit
Olfactif	Odeurs anormales	Fluide en décomposition du à θ élevée

1F2. Quantitatif

Il est effectué sur un échantillon prélevé ($\approx 1 \ell$). C'est le fabricant d'huile qui fournit le flacon et effectue le contrôle, il vérifie :

- La couleur ;
- La viscosité ;
- La teneur en eau ;
- La présence de composées ;
- La présence d'additifs ;
- La présence de sédiments ;
- Le nombre de particules et leur taille ;
- ...

Il existe 14 classes de pollution. On fait passer sur un filtre de 1µm 100cm³ de fluide, on dénombre alors les particules en fonction de leur taille. Norme AFNOR E 48-651 de novembre 1973.

Taille des particules (µm)	Classe													
	00	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5-15	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	32000	64000	128000	256000	521000	1024000
15-25	22	44	89	178	356	712	1425	2850	5700	11400	22800	45600	91200	182400
25-50	4	8	16	32	63	126	253	506	1012	2025	4050	8100	16200	32400
50-100	1	2	3	6	11	22	45	90	180	360	720	1440	2880	5760
>100	0	0	1	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024
	Bon circuit hydraulique							Critique à médiocre			Liquide à l'état de réception		A ne pas utiliser	

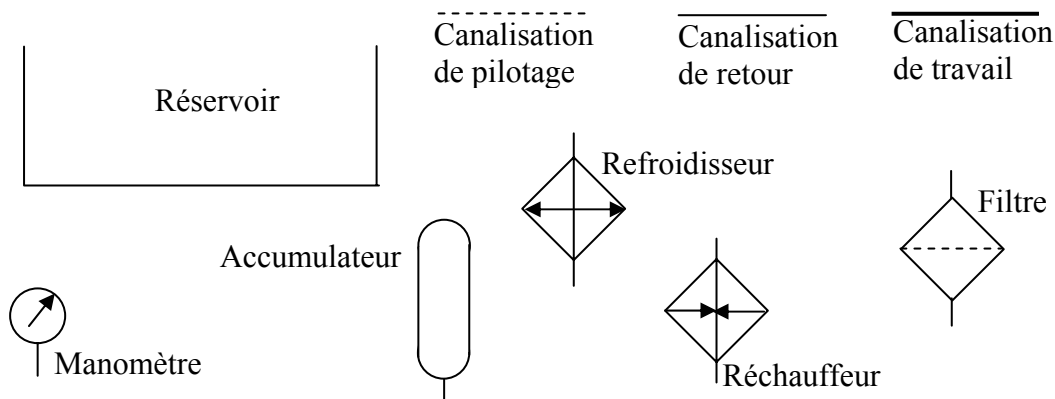
A noter : L'huile se retraite, avec 3 litres d'huile usagée, on en refait 2 litres. Attention toutefois à ce qu'elle ne soit pas chlorée car l'opération est alors impossible. Si elle est trop polluée, elle est incinérée.

2. La symbolique hydraulique

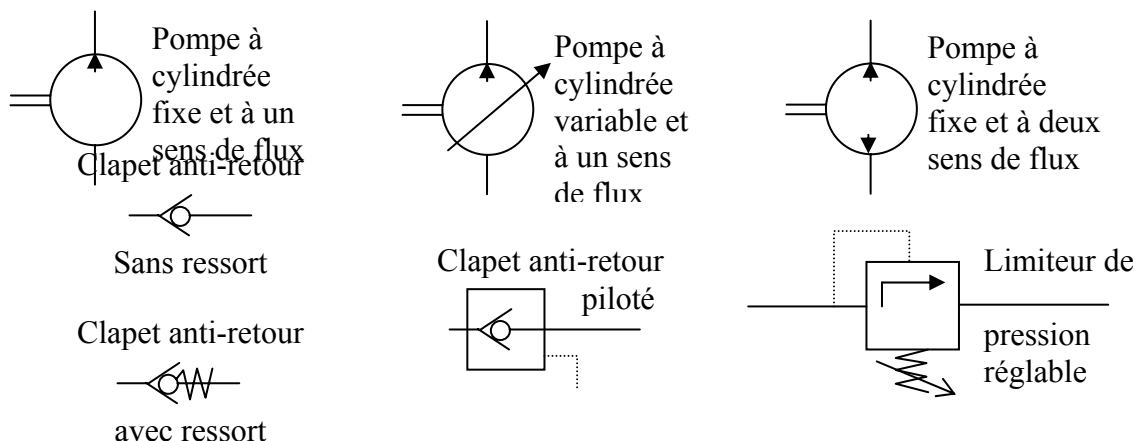
On peut décomposer la constitution d'un système hydraulique en 4 zones.

- Le réservoir ;
- Le groupe de pompage et sa protection : c'est lui qui délivre le débit ;
- Le système de distribution ;
- Les actionneurs : ce sont eux qui demandent la pression en fonction de la charge.

2A. Autour du réservoir

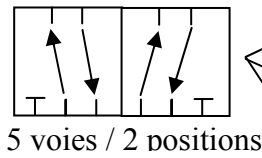


2B. Autour du groupe de pompage



2C. Autour de la distribution

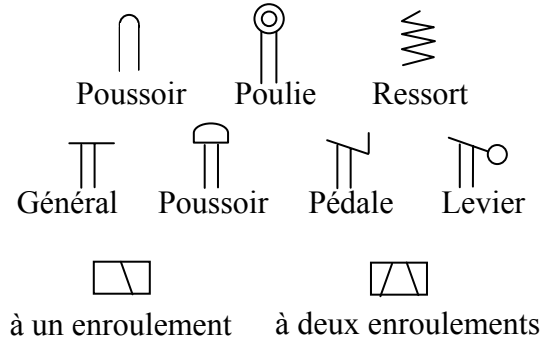
Distributeur



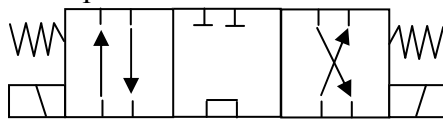
Commande mécanique

Commande manuelle

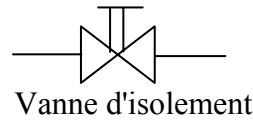
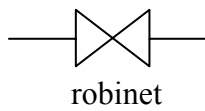
Commande électrique



Exemple :



Distributeur 4 voies / 3 positions à commandes électriques et position normale au centre



2D. Autour des actionneurs

