



1. L'ANALYSE DES LUBRIFIANTS : POURQUOI ?

Au travers de la mesure de la dégradation et de la contamination des huiles, on peut répondre aux questions suivantes :

- L'huile est-elle capable de remplir encore sa fonction ?
- Quel est l'état de dégradation du système utilisant l'huile ?
- Quelle est la localisation de la dégradation ?
- De quel type de dégradation s'agit-il ?

On peut utiliser l'analyse des huiles pour :

- La surveillance des machines (gain sur la durée de vie des composants, gain sur l'indisponibilité des équipements, rentabilité si la machine possède un coût d'indisponibilité important...)
- La surveillance des lubrifiants (gain sur le lubrifiant et sur les opérations de remplacement d'huile, rentabilité si la quantité d'huile utilisée est importante.)

1.1 Déclassement des lubrifiants

Pour remplir sa fonction, le lubrifiant doit avoir des caractéristiques physico-chimiques déterminées. Hors ces caractéristiques se trouvent modifiées sous l'action de phénomènes de contamination et dégradation qui finissent par rendre l'huile inapte à son emploi.

Contamination des lubrifiants.

Elle se manifeste essentiellement sous deux formes :

- liquide (eau, hydrocarbures (gas oil ; essence), liquides antigel,
- solide : (particules issues des usures, et autres particules : matière carbonneuse provenant de la décomposition des lubrifiants ; poussière, silice...)

Cette pollution peut être :

- générée (usure, décomposition des lubrifiants)
- ingérée (durant l'entretien : démontage, pleins, vidange... ou par l'environnement : manque d'étanchéité, reniflard inefficace...)
- dû à la construction (usinage, soudure, peinture...)

Dégradation des lubrifiants.

La dégradation est due :

- à l'oxydation se produisant sous l'action conjuguée de l'oxygène et de la température.
- Aux conditions d'utilisation (température, durée, efforts, filtration...)

Conclusion :

Il est donc nécessaire de suivre régulièrement l'évolution de la contamination et de la dégradation du fluide afin d'en assurer sa dépollution ou son changement lorsque la pollution atteint un seuil déterminé.



2. PROPRIÉTÉS ET CARACTÉRISTIQUES DES HUILES

Les huiles se présentent sous la forme d'une base, "huile minérale ou huile de synthèse", avec des additifs (anti usure, extrême pression, anticorrosion...) utilisés pour améliorer les caractéristiques ou adapter l'huile à l'application choisie.

La viscosité et le point d'écoulement sont les propriétés principales. Plus une huile est épaisse, plus sa viscosité est élevée. La fluidité est la propriété inverse de la viscosité. La viscosité de la majorité des fluides diminue lorsque la température augmente

2.1 Propriétés principales

2.2

Influence de la température

Elle varie suivant le type de l'huile. Par exemple, les huiles minérales à base paraffinique ont des propriétés lubrifiantes moins bonnes que les autres huiles aux basses températures car les paraffines ("cires") qu'elles contiennent cristallisent et l'huile fige. Le déparaffinage est possible.

Pour des températures supérieures à 90°C, les huiles minérales s'oxydent rapidement. En pratique, la durée de service d'une huile minérale peut être fixée à 30 ans à 30°C, cette durée passe à 15 ans à 40°C. La durée est divisée par deux pour chaque augmentation de 10°C. À 100°C, elle est descendue à 3 mois. Au-dessus de 100°C, il est préférable d'utiliser les huiles synthétiques.

Viscosité cinématique

La viscosité cinématique est déterminée en mesurant, à une température donnée, la durée de l'écoulement d'un volume connu de liquide à travers un appareil comportant un orifice (tube calibré ou tube capillaire) de dimensions normalisées. Unités : m²/s ; Stoke (St) ou centistoke (cSt) 10000 St = 1 m².s-1;

Relation viscosité-température

La viscosité v varie en fonction de la température. La fonction est du type exponentiel et les relations sont de la forme (équation de Walther) : $\log \log (v + 0,6) = a - b \log T$

a et b sont des constantes positives fonction de la nature de l'huile, T la température en kelvin et la viscosité v en cSt. La représentation graphique est souvent réalisée en diagramme logarithmique ("papier log log") avec $\log(v+0,6)$ en ordonnée et $\log T$ en abscisse.

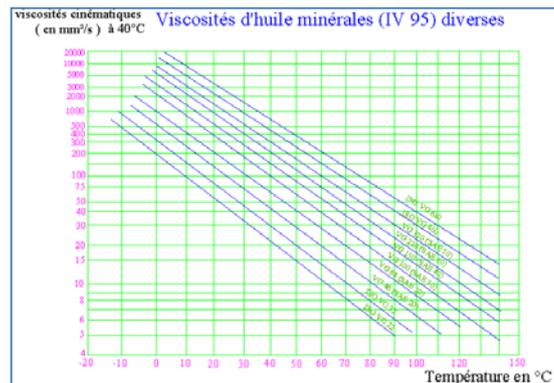
Viscosité dynamique (μ)

La viscosité dynamique caractérise les couches de lubrifiant à frotter ou à glisser les unes sur les autres, c'est aussi le produit de la viscosité cinématique v par la masse volumique du fluide ρ :

$$\mu = \rho \cdot v$$

Unités légales (μ) : Pa.s (pascal.seconde) ou N.s/m² ; poise (P) et centipoise (cP)

Remarque : la viscosité μ varie en fonction de la pression p . Par exemple, pour une huile minérale classique, la viscosité à 350 bars est le double de celle à la pression atmosphérique (équivalent à une variation de température de 10 à 20°C).



Index (ou indice) de viscosité (VI ou IV)

L'index ou indice de viscosité (IV ou VI) caractérise la variation de la viscosité en fonction de la température et permet de juger la tenue à chaud et à froid des huiles. Un IV de 100 indique une très faible variation de la viscosité, un IV de 0 une très grande variation ou une grande sensibilité à la température.

Point d'écoulement, point de trouble :

Le point de trouble est la température à laquelle apparaît un début de cristallisation se traduisant par une altération de la limpidité.

Le point d'écoulement définit la température à laquelle une huile, chauffée, puis refroidie dans des conditions bien précises et normalisées, cesse de couler (cristallise ou se solidifie).



2.2 Autres caractéristiques et propriétés des huiles

Couleur

Pour une huile neuve, la couleur est une caractéristique d'identification (NF T 60-104). Si l'huile est usagée ou polluée, elle a tendance à foncer. Un trouble plus ou moins laiteux indique une présence d'eau en suspension.

Détergence, dispersivité

Certaines huiles contiennent des additifs de détergence-dispersivité dont la fonction est de maintenir finement dispersées les particules dans l'huile, à la fois pour éviter les dépôts (par exemple les huiles pour moteur diesel...), et pour en faciliter l'évacuation lors des vidanges.

Indice d'acide TAN

L'indice d'acide (TAN : Total Acid Number) permet de vérifier le niveau d'acidité du lubrifiant, de déterminer l'oxydation de l'huile, la présence de certains contaminants et l'épuisement en antioxydant et anticorrosion de l'huile. Un TAN élevé constitue un critère de vidange

L'indice d'acide est le nombre de milligrammes de potasse (mg KOH) nécessaire pour neutraliser toute l'acidité d'un gramme d'huile.

Point d'éclair ou de feu

Le point d'éclair, c'est la température à laquelle les vapeurs émises par une huile, chauffée dans des conditions bien précises et normalisées, s'enflamment au contact d'une flamme et s'éteignent aussitôt.

Les normes NF T 60-103 (vase clos) et NF T 60-118 (vase ouvert) précisent les modes opératoires. Une présence éventuelle d'eau dans l'huile aura une grande influence sur la valeur du point d'éclair.

Le point de feu, c'est la température à laquelle les vapeurs émises par une huile, chauffée dans des conditions bien précises et normalisées, s'enflamment au contact d'une flamme et continuent à brûler (pendant au moins 5 secondes).

Rigidité électrique, résistivité

La rigidité électrique, ou diélectrique (ou tension disruptive), permet d'apprécier le pouvoir isolant d'une huile. Elle renseigne sur la résistance au "claquage" sous des tensions élevées.

Cette résistivité est mesurée dans des conditions bien précises et normalisées, Norme NF C 27-221.

Remarques : La présence d'impuretés, eau notamment, a une grande influence sur la rigidité électrique.

Les huiles isolantes sont utilisées et recommandées dans le cas des interrupteurs et disjoncteurs à coupure dans l'huile, des condensateurs pour réseaux de distribution, des transformateurs de puissance, etc.

3. PRINCIPALES CLASSIFICATIONS DES HUILES

3.1 Classification ISO

Applicables aux huiles industrielles, elle classe les huiles à partir de leur viscosité.

Désignation : lettres ISO VG suivi du nombre précisant la viscosité cinématique à 40°C en centistoke.

Exemple : une huile ISO-VG 22 a pour limites de viscosité 19,8 et 24,2 cSt, 22 représentant la viscosité moyenne la plus probable.



Classification ISO de la viscosité des huiles

Tableau 6

Classes ISO de viscosité	Limites de viscosité cSt à 40°C	Valeur moyenne de la viscosité
ISO VG 2	1,98 à 2,42	2,2
ISO VG 3	2,88 à 3,52	3,2
ISO VG 5	4,14 à 5,06	4,6
ISO VG 7	6,12 à 7,48	6,8
ISO VG 10	9,00 à 11,0	10
ISO VG 15	13,5 à 16,5	15
ISO VG 22	19,8 à 24,2	22
ISO VG 32	28,8 à 35,2	32
ISO VG 46	41,4 à 50,6	46
ISO VG 68	61,2 à 74,8	68
ISO VG 100	90,0 à 110	100
ISO VG 150	135 à 165	150
ISO VG 220	198 à 242	220
ISO VG 320	288 à 352	320
ISO VG 460	414 à 506	460
ISO VG 680	612 à 748	680
ISO VG1000	900 à 1100	1000
ISO VG1500	1350 à 1650	1500

3.2 Classification SAE

Elle est essentiellement utilisée dans l'automobile et les véhicules industriels pour les moteurs et les transmissions. Elle classe aussi les huiles selon leur viscosité, mais définit des tranches ou des intervalles continus de viscosité avec un minimum et un maximum.

La classification SAE 20, SAE 30... utilise la viscosité des huiles à 100°C et correspond aux huiles monogrades dites pour "hautes" températures.

La classification SAE 0W, SAE 5W... (avec W = winter) utilise la viscosité des huiles à -18°C et correspond aux huiles monogrades dites pour "basses " températures ou "hiver".

Les huiles multigrades présentent deux viscosités caractéristiques. Une huile SAE 10W-40 a même viscosité qu'une huile monograde SAE 40 à 100°C et même viscosité qu'une huile monograde SAE 10W à -18°C.

Les huiles multigrades présentent un meilleur indice de viscosité que les huiles monogrades correspondantes, autrement dit, leur viscosité varie moins avec la température.

3.3 Classifications des huiles pour l'hydraulique

Elles doivent assurer le bon fonctionnement des organes commandés quelle que soit la température ambiante. Elles sont utilisées dans les travaux publics (engins...), la manutention, les presses, la sidérurgie, cimenterie, transformation des plastiques, machines-outils, production d'énergie...

Huiles minérales : classification ISO/AFNOR

Pour les huiles minérales on utilise les classes de base HH, HL, HM, HV, HG, ayant chacune plusieurs grades possibles identifiés par un nombre de 15 à 220. Ce nombre correspond à la viscosité cinématique moyenne à 40°C en centistokes (mm².s-1). Les huiles HM et HV sont les plus utilisées.



Classification des huiles minérales pour hydraulique Tableau 11

Symbole ISO	Propriétés							
HH	Huiles minérales raffinées pures (faibles propriétés lubrifiantes)							
HL	Huiles minérales raffinées améliorées avec propriétés antioxydation et anticorrosion très élevées							
HM	Huiles minérales raffinées améliorées avec propriétés antioxydation, anticorrosion et anti-usure très élevées							
HV	Huiles minérales raffinées de type HM possédant des propriétés viscosité/température améliorées							
HG	Huiles minérales raffinées de type HM possédant des propriétés anti "stick-slip" (utilisation: transmissions hydrauliques et glissières)							
Grades Usuels	15	22	32	46	68	100	150	220
viscosité à 40°C (cst)	13,5 à 16,5	19,8 à 24,2	28,8 à 35,2	41,4 à 50,6	61,2 à 74,8	90 à 110	135 à 165	198 à 242

Huiles difficilement inflammables

Elles ont une classification particulière (voir tableau). Ces huiles, dites "haute sécurité", sont utilisées lorsqu'il y a un risque d'incendie. Elles exigent certaines précautions d'emploi à cause de leur action éventuelle sur les joints, les peintures, de leur miscibilité aux autres huiles, etc. Applications : presses, machines à forger, laminoirs, foreuses, excavatrices, pompes à béton..

3.4 Les huiles pour engrenages

La généralisation des engrenages cémentés trempés rectifiés ("qui a permis d'augmenter la puissance massique des réducteurs ou la puissance transmise par unité de masse"), la réduction du bruit en privilégiant les corrections de denture et l'augmentation du rapport de conduite (limitant aussi l'effet des chocs) ont eu pour conséquence une diminution des additions extrême pression au profit des additions antiusure.

Huiles R et O :

huiles pour engrenages sous faible charge dopées pour améliorer la résistance à l'oxydation et les propriétés anticorrosion. Non utilisables avec les engrenages hypoides et les vis sans fin.

Huiles minérales EP (extrême pression) :

avec addition de soufre/phosphore, elles résistent jusqu'à 120°C (pour la génération précédente il y avait addition de soufre/plomb, l'huile résistait jusqu'à 90°C).

Huiles synthétiques :

les produits synthétiques ont une meilleure résistance à l'oxydation à des températures de bain élevées. Elles résistent mieux notamment que les huiles minérales qui sont limitées à 120°C avec des additifs EP.

Huiles CB et CC (extrême pression) :

pour engrenages sous carter, ce sont des huiles minérales, ou des huiles de synthèse. Ces huiles contiennent des additifs anticorrosion, antioxydation et extrême pression ; les viscosités ISO vont de 32 à 1000.

3.5 Autres classifications ou classes d'huiles

Il existe un grand nombre d'huiles destinées à des applications diverses avec désignations, classifications et symboles éventuels, exemples : huiles pour mouvements, huiles pour matériels électriques, huiles isolantes, huiles de coupe, etc. Le tableau suivant décrit sommairement quelques-unes de ces applications



Applications	Catégorie	Base	Propriétés	Observations
Huiles pour mouvements	A	Huiles minérales pures	- Anti-oxydation - Neutralité (joints)	- Viscosités: ISO 46 à 320. - Graissage à l'huile perdue (burette, mèche, compte gouttes, brouillard).
Huiles pour mouvements	F (FD et FC)	Huile minérales inhibées...	- anti-corrosion - anti-oxydation. - anti-usure. - Neutralité (joints).	- Viscosités ISO 22 à 460. - Broches et paliers, mécanismes de précision.
Pour matériels pneumatiques	P	- Huiles minérales inhibées	- Résistance aux chocs. - Anti-usure.	- Viscosités: ISO 46 à 100.
Huiles pour turbines	T	- Huiles minérales inhibées	- Anti-oxydation.	- Viscosités: ISO 32 à 68.
Huiles pour transformateurs	N	- Huiles minérales pures surraffinées	- Rigidité diélectrique. - Faible viscosité.	- Viscosités: ISO ≈10 (à 40°C).
Générateurs de chaleur		- Huiles minérales - Huiles de synthèse	- Stabilité à haute température.	- Viscosités: ISO 20 à 160. - Température: 0 à 340°C.
Huiles pour compresseurs frigorifiques		- polyesters pour fluïdes frigorigènes HFC	- Indices de viscosité élevés (>100) - Point d'écoulement -50 à -70°C	- Miscibilité entre l'huile et le fluïde frigorigène. - Lubrifiant hygroscopique (teneur en eau à surveiller, filtre...) - Point de floculation vers -70°C
Ecolubrifiants (EAL...)		- huiles végétales (colza...), esters...	- haut indice de viscosité - emploi ≈ -10 à 70°C	- huiles de colza sensibles à l'eau - températures extrêmes à éviter

3.6 LES ADDITIFS

Les additifs les plus usuels sont les : antioxydants, antirouille, antimousse, antiusure et extrême pression (EP).

Les antioxydants

Les hautes températures et le contact avec l'air amènent une oxydation des huiles pouvant altérer la viscosité et provoquer la corrosion. Les antioxydants multiplient par 10 ou plus la résistance de l'huile à l'oxydation en s'opposant à la formation des peroxydes et des acides organiques qui épaississent l'huile et attaquent les surfaces métalliques.

Exemples d'antioxydants : phénols, amines, dithiophosphates de zinc...

Les inhibiteurs de corrosion ou antirouilles

Ils améliorent les propriétés antirouille en formant un film hydrophobe sur les surfaces métalliques. Deux types d'additifs offrent une protection contre la corrosion : les additifs solubles dans l'eau (nitrite de sodium...) et les additifs solubles dans l'huile (agents à base de zinc, sulfonates, esters sabitan, produits gras, phosphates aminés...).

Les additifs antiusure

Les additifs anti-usure ou Anti-Wear (AW) forment une couche en surface qui protège contre l'usure et permettent d'éviter le contact direct (métal sur métal) entre les surfaces en contact. Ce sont en général des composés soufrés, chlorés, phosphorés qui forment des dépôts superficiels autolubrifiants facilement cisailables (sulfures, chlorures, phosphates métalliques...) protégeant ainsi les surfaces et évitant l'usure adhésive.

Les additifs extrême pression (EP)

Les additifs extrême pression (EP) les plus courants contiennent des composés phosphorés, chlorés et soufrés qui se combinent chimiquement avec le métal à lubrifier en formant une couche protectrice.

D'autres se présentent sous forme de savons organiques de métaux divers. Exemples : dithiophosphate de zinc, MoS₂ ou bisulfure de molybdène...

Remarques : certains additifs peuvent être agressifs et attaquer les métaux (roulements...), un grand soin doit donc être apporté à leur choix. D'autres sont nocifs pour l'environnement (composés organiques de plomb...) et sont peu à peu abandonnés.

Exemples d'utilisation : huiles de coupe soufrées ou chlorées utilisées en usinage, huiles pour engrenages (ponts hypoides...), etc.

Les antimoussage :

l'addition de silicones en très faible quantité supprime ou limite le phénomène de moussage.



Les additifs détergents :

dans le cas des huiles pour moteur, ils maintiennent les surfaces propres. Ce sont des organo-sels de métaux alcalino-terreux (calcium, magnésium, baryum...).

Les additifs dispersants :

exemple : succinimides, ils maintiennent en suspension dans l'huile les suies et autres résidus de combustion qui seront plus facilement éliminés au moment des vidanges.

Additifs à effet polaire, corps polaires, onctuosité :

les graisses animales et végétales, les acides gras et les esters ont un effet polaire, ce qui signifie que les molécules s'orientent perpendiculairement à la surface métallique sur laquelle elles adhèrent. De petites additions de ces matières améliorent l'onctuosité du lubrifiant et renforcent sa capacité de charge en diminuant les frottements jusqu'à environ 100°C. De plus, cette couche moléculaire ou épilamen a un effet antirouille.

Remarque : la polarité est la propriété des composants à adhérer aux surfaces métalliques. Les molécules sont absorbées (phénomène d'adsorption chimique) par la surface métallique à cause de leur nature dipolaire. Voir également onctuosité partie "Huiles".

4. METHODES D'ANALYSE DE LA CONTAMINATION

Ces analyses peuvent être globales (détection par rapport à un seuil d'alerte) ou par élément (diagnostic)

4.1 Analyse de la contamination par les particules solides :

Analyse colorimétrique :

Utiliser lorsque l'on veut contrôler des niveaux de pollution relativement élevés (en particulier pour de l'huile de lubrification : boîte de vitesse, réducteur...) et lorsqu'une très grande précision n'est pas requise. L'analyse peut se faire sur le site.

L'analyse consiste à filtrer à travers une membrane en mélange d'esters de cellulose de dimension de pores d'environ 5 μm , un volume connu et toujours identique du fluide à contrôler (généralement 100 ml). Pour connaître le taux de pollution, il suffit de comparer la couleur obtenue à une couleur étalon réalisé préalablement.



Analyse par évaluation du niveau de pollution :

Utiliser lorsque l'on veut contrôler des lubrifiants moyennement pollués (en particulier pour de l'huile hydraulique). L'analyse peut se faire sur le site.

L'analyse consiste à filtrer un volume de fluide à contrôler (généralement 100 ml) à travers une membrane de 0,8 μm de dimension de pore.

Pour connaître le taux de pollution, il suffit de comparer la membrane contaminée avec des images de référence. On peut ainsi évaluer sommairement le niveau de pollution du fluide.

L'observation visuelle permet également de reconnaître la nature des débris : particules brillantes (argentées ou dorées), particules noires (oxyde, calamine), silice, fibres... et de renseigner ainsi sur leur provenance.

Analyse par comptage automatique de particules :

Méthode de laboratoire très précise avec matériel spécifique et onéreux. Cette méthode permet de connaître le nombre exact de particules contenu dans le fluide à analyser.

Expression de la pollution particulaire :

Norme NAS 1638

Tableau où le nombre de particule est indiqué pour chaque gamme dimensionnelle (5-15, 15-25, 25-50 ... en μm) pour un volume de fluide de 100 ml.



STRATEGIE *Lycée* Albert EINSTEIN PÔLE D'ENSEIGNEMENTS de Maintenance

ANALYSE DES LUBRIFIANTS

Classe	00	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Diamètre des particules μm								Nombre de particules							
5 à 15	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	32000	64000	128000	256000	512000	102400	
15 à 25	22	44	89	178	356	712	1425	2850	5700	11400	22800	45600	91200	182400	
25 à 50	4	8	16	32	63	126	253	506	1012	2025	4050	8100	16200	32400	
50 à 100	1	2	3	6	11	22	45	90	180	360	720	1440	2880	5760	
Plus de 100	0	0	1	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024	

Le résultat est représenté par un numéro de classe (de 00 :circuit ultra propre à 12 :circuit très pollué ; les circuits industriels se situent vers la classe 6)

Remarque : le tableau de la norme NAS 1638 a été repris par la norme française NF E 48.655 et aménagé. En particulier, ce document fait apparaître un dénombrement pour la gamme dimensionnelle 2 à $5\mu\text{m}$ (débris de petites dimensions, appelés boue micronique, pouvant nuire au fonctionnement d'organes très sensibles ou possédant des jeux de fonctionnement de quelques microns :servo valves, commande proportionnelle...)

Domaine de dimensions (en μm)	Classes de pollution														Classes de pollution	
	00	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
[2 - 5 [	625	1250	2500	5000	10000	20000	40000	80000	160000	320000	640000	1280000	2560000	5120000	-	-
[5 - 15 [	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	32000	64000	128000	256000	512000	1024000	2049000	4096000
[15 - 25 [	22	44	89	178	356	712	1425	2850	5700	11400	22800	45600	91200	182400	364800	729000
[25 - 50 [	4	8	16	32	63	126	253	506	1012	2025	4050	8100	16200	32400	64800	129600
[50 - 100 [	1	2	3	6	11	22	45	90	180	360	720	1440	2880	5760	11520	23040
> 100	0	0	1	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024	2048	4096

Norme ISO 4.406

Tableau où l'on prend en compte les tailles de particule de $+5\mu\text{m}$ et $15\mu\text{m}$ pour un volume de fluide de 1ml.

Nombre code	Nombre de particules par millilitre de taille supérieure à			
	5 μm		15 μm	
	Plus de	Jusqu'à et y compris	Plus de	Jusqu'à et y compris
20/17	5000	10000	640	1340
20/16	5000	10000	320	640
20/15	5000	10000	160	320
20/14	5000	10000	80	160
19/16	2500	5000	320	640
19/15	2500	5000	160	320
19/14	2500	5000	80	160
19/13	2500	5000	40	80
18/15	1300	2500	160	320
18/14	1300	2500	80	160
18/13	1300	2500	40	80
18/12	1300	2500	20	40
17/14	640	1300	80	160
17/13	640	1300	40	80
17/12	640	1300	20	40
17/11	640	1300	10	20
16/13	320	640	40	80
16/12	320	640	20	40
16/11	320	640	10	20
16/10	320	640	5	10
15/12	160	320	20	40
15/11	160	320	10	20
15/10	160	320	5	10
15/9	160	320	2.5	5
14/11	80	160	10	20
14/10	80	160	5	10
14/9	80	160	2.5	5
14/8	80	160	1.3	2.5
13/10	40	80	5	10
13/9	40	80	2.5	5
13/8	40	80	1.3	2.5
12/9	20	40	2.5	5
12/8	20	40	1.3	2.5
11/8	10	20	1.3	2.5

Le résultat est donné par un code dont le premier chiffre caractérise le nombre de particule de $+5\mu\text{m}$ et le deuxième le nombre de particule de $+15\mu\text{m}$ (16/10 - 18/15...)

Exemple : pour 1 ml de fluide analysé, je compte 702 particules $>$ à $5\mu\text{m}$ et 150 particules $>$ à $15\mu\text{m}$. Quel est le code ISO de ce fluide : **17/14**

Remarque : il existe une corrélation entre la norme NAS 1.638 et ISO

NAS 1.638	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0								
ISO/DIS 4.406	26/23	25/23	23/20	21/18	20/18	20/17	20/16	19/16	18/15	17/14	16/13	15/12	14/12	14/11	13/10	12/9	11/8	10/8	10/7	10/6	9/6

4.406

Éléments de cours



Analyse par spectrométrie d'émission :

Cette analyse permet de connaître l'état de pollution d'une huile par la détermination de teneurs en particules (nickel, aluminium, fer, chrome, molybdène, cuivre, plomb...) présentes.

La concentration des différents éléments présents dans l'huile est exprimée en PPM (1PPM=0,0001%). On peut analyser jusqu'à 22 éléments simultanément.

Méthode de laboratoire très précise avec un matériel spécifique et onéreux.

Teneur en carbone :

La mesure de cette caractéristique se fait uniquement pour les huiles moteurs. Une teneur en carbone élevée est un signe de mauvaise carburation ou injection, ou d'un défaut d'étanchéité de segmentation. Au dessus de 3% en carbone l'huile ne peut remplir son rôle et doit être éliminée.

La méthode consiste à comparer, dans 2 cuves à faces parallèles d'un photomètre très simple, l'opacité de l'huile à doser avec les étalons incorporés dans le photomètre. L'appareil est gradué directement en teneur en carbone

4.2 Analyse de la contamination par les particules liquides :

Analyse de la teneur en eau :

Permet de déceler la présence de faible quantité d'eau dans l'huile.

Si la quantité d'eau est suffisante, un examen visuel de l'échantillon permettra de la mettre en évidence (celui-ci sera opaque et l'émulsion sera stable).

Pour obtenir des résultats très précis, nous pouvons utiliser des appareils de laboratoire (méthode Deanand Stark :précision de 0,5% à 1% ;méthode Kar Fischer :précision de 0,005% à 0,1%)

En formation nous utiliserons l'appareil Preciwater Test PWT (Geserco). L'eau contenue dans l'huile est mise en évidence par le dégagement gazeux provoqué par une réaction chimique (huile+réactif). La quantité de celui-ci est mesurée sur une colonne de liquide (le résultat est obtenu en %).

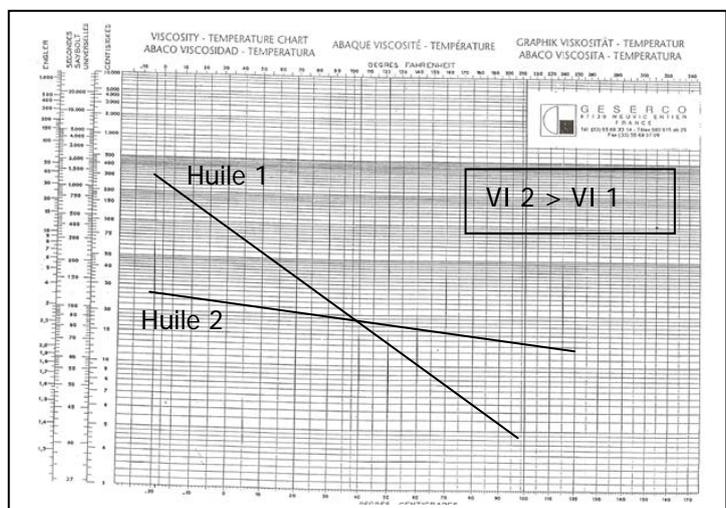
5. METHODES D'ANALYSE DE LA DEGRADATION

5.1 Analyse de la viscosité cinématique :

En formation nous utiliserons un viscosimètre à chute de bille. Son principe est de comparer la viscosité de l'huile à analyser avec celle d'une huile de référence. Il est donc impératif que le VI (Indice de Viscosité) de l'huile de référence corresponde sensiblement au VI de l'huile à analyser.

L'indice de viscosité est un nombre sans dimension caractérisant la variation de viscosité en fonction de la température. Plus cette variation est faible, plus l'indice de viscosité peut être mise en évidence sur un graphe température/viscosité (elle est représentée par une droite, graphe ci-contre)

Le résultat est exprimé en centistokes ou mm^2/s à 20°, 40° ou 100°.



5.2 Analyse de l'indice d'acide (TAN Total Acid Number) :

Son augmentation indique une oxydation de l'huile due à la température ou à la contamination.



En formation nous utiliserons l'analyseur TAN (Geserco). Son principe est de mettre en évidence l'acide contenu dans l'huile par le changement de couleur, d'un indicateur coloré, provoqué par une réaction chimique. Le résultat est donné en mgKOH/g (milligramme d'hydroxyde de potassium par gramme d'huile).

5.3 Analyse de spectrographique :

La spectrométrie infrarouge donne une évaluation de la structure moléculaire d'un produit. Le spectre obtenu (huile neuve) est l'empreinte digitale du produit.

En comparant deux spectre (huile neuve, huile usagée) on peut détecter l'apparition de nouveaux composants (contamination) et la disparition de certains constituants de l'huile (additif par exemple).

Méthode de laboratoire, très performante avec un matériel spécifique et onéreux.

5.4 Essai à la tâche :

Cet essai est très spécifique des huiles moteurs car il vise à qualifier les propriétés suivantes :

- Encrassement de l'huile en service par les particules d'imbrûlés (combustion incomplète),
- Pouvoir dispersant résiduel de l'huile et capacité à maintenir ces particules en suspension.

Il peut également révéler une certaine oxydation de l'huile, ou une présence de carburant non brûlé dans l'huile.

PRINCIPE.

Consiste à déposer une goutte de l'échantillon d'huile (détergente) sur un papier filtre et à examiner la tache après diffusion (généralement à température ambiante).

L'examen de la tache révèle :

- Une tache centrale plus ou moins noire suivant l'encrassement de l'huile,
- Une tache circulaire grise plus ou moins large suivant que la dispersion est encore efficace ou non.

CONCLUSION.

Le contrôle des lubrifiants doit être traité à deux niveaux :

- Par le service maintenance (analyse de terrain permettant un diagnostic rapide)
- Par un laboratoire spécialisé (analyse plus complète nécessaire suite au diagnostic précédent)

6 LES PRELEVEMENTS :

L'échantillonnage est une étape essentielle lors du contrôle d'un circuit. En effet, celui-ci doit être effectué en respectant des règles strictes de manipulation pour éviter toute contamination étrangère.

6.1 Principales règles à respecter :

S'assurer que le système à fonctionné pendant ½ heure avant le prélèvement (pollution répartie).

Choisir convenablement le volume de l'échantillon (représentativité du volume total :prélèvement de 100 à 150 ml pour un volume jusqu'à 60 litres)

Adopter toujours les mêmes conditions de prise (endroits, moyens)

Eviter les pollutions étrangères (le matériel de prélèvement doit être le plus propre possible)

Les prises de prélèvement doivent être appropriées (certaines sont génératrices de pollution par exemple bouchon de vidange)

Etiqueter l'échantillon (référence, date, mode et endroit de prise, équipement, fluide)

6.2 Techniques de prélèvement :

Echantillons prélevés dans des flacons (soit par prise spécifique ou pompe)

Echantillonnage en ligne (directement sur canalisation avec filtration)



7 INTERPRETATIONS DES RESULTATS :

7.1 NIVEAU DE POLLUTION

NIVEAU MAXI CONSEILLE :

SYSTEME DE LUBRIFICATION :

Réducteur	19/16
Boite de vitesse	
Compresseur	18/15

SYSTEME HYDRAULIQUE :

Composant	13/10
P<100bars	18/15
100<P<300bars	16/12
P>300bars	12/8

7.2 TENEUR EN EAU

Huile Testée	Résultats		Actions à envisager
	Satisfaisant	Limite d'Alarme	
Huiles Hydrauliques	< 0,1 %H2O	> 0,2 %H2O	
Huiles de Turbines	< 0,05 %H2O	> 0,1 %H2O	
Huiles pour engrenages et mouvements	< 0,3 %H2O	> 0,5 %H2O	
Huiles pour compresseur frigorifiques	< 0,01 %H2O		

7.3 MOTEURS DIESELS

Huile système alcaline				Huile détergente			
Tests	Résultat		Actions à envisager	Tests	Résultat		Actions à envisager
	Satisfaisant	Limite d'alarme			Satisfaisant	Limite d'alarme	
Teneur en eau (%)	< 0,5	> 0,5	<ul style="list-style-type: none"> Centrifugation plus efficace de la charge. Vérifier le bon fonctionnement du séparateur. Vérifier l'origine de la présence des chlorures (contamination par le liquide de refroidissement...). 	Teneur en eau (%)	< 0,30	> 0,30	<ul style="list-style-type: none"> Centrifugation plus efficace de la charge. Vérifier le bon fonctionnement du séparateur. Vérifier l'origine de la présence des chlorures (contamination par le liquide de refroidissement...).
Recherche des chlorures	-	positive		Recherche des chlorures	-	positive	
BN (mgKOH/g)	2 -14	> 15	Un BN trop haut indique une contamination par huile cylindre.	BN (mgKOH/g)	Huile BN 15 8 - 15 Huile BN > 20 15 - 45	< 8 < 15	Un BN trop faible : appoint d'huile neuve limité à 20% maximum de la charge.
Matières charbonneuses (%)	< 0,60	> 0,60	Vérifier le bon fonctionnement du séparateur et des filtres.	Matières charbonneuses (%)	< 2	> 2	<ul style="list-style-type: none"> Contrôler le système d'injection. Vérifier le bon fonctionnement du séparateur et des filtres.
Viscosité comparative	SAE 30	zone verte	L'augmentation de la viscosité provient toujours d'une contamination par les fuites de presse-étoupe.	Viscosité comparative	SAE 30	zone verte	<ul style="list-style-type: none"> L'augmentation de la viscosité peut être causée par une teneur en matières charbonneuses élevées, une oxydation du produit ou une contamination par le fuel. La chute de la viscosité indique toujours la présence de dilution.
	SAE 40	zone verte			SAE 40	zone verte	