

# DOCUMENTATION

## Huiles et Graisses industrielles

(SUITE ET FIN)

### Valeurs et utilisation des caractéristiques — Les essais physiques, chimiques et mécaniques des lubrifiants

*Point de goutte.* — Pour une graisse déterminée, il n'est pas fixé de valeur unique pour le point de goutte, mais une limite inférieure et une limite supérieure de cette valeur. Cela tient à deux raisons :

a) Cette caractéristique est susceptible de varier légèrement d'une fabrication à l'autre, ce qui n'implique nullement une variation de qualité.

Les corps gras tels que le suif, qui entrent dans la fabrication ne sont pas des composés chimiques définis et malgré les soins avec lesquels on les choisit, ils peuvent varier légèrement dans leur composition en entraînant une variation dans les caractéristiques de la graisse qui conserve néanmoins les mêmes qualités lubrifiantes et peut être utilisée dans les mêmes conditions.

b) La détermination du point de goutte ne peut pas être faite d'une façon assez précise. Cette caractéristique ne présente de valeur que si l'on indique l'appareil qui a servi à sa détermination. Nous ajouterons même que pour des appareils type Ubbelohde, le point de goutte varie d'un appareil à l'autre et deux expérimentateurs peuvent, en opérant sur le même produit, avec le même appareil, trouver des résultats qui diffèrent plus l'un de l'autre que des limites données.

L'appareil Ubbelohde se compose d'un thermomètre enfermé dans une gaine métallique qui porte à sa partie inférieure une petite capsule en verre. La boule du thermomètre plonge dans cette capsule qui est percée, dans le bas, d'un trou calibré. Après avoir rempli la capsule de la graisse à essayer, on la fixe au thermomètre en ayant soin d'enlever la graisse sortant de l'orifice inférieur. L'ensemble est placé dans un tube à essai formant un bain d'air, et immergé dans un bain marie chauffé graduellement.

Lorsqu'une goutte commence à se former au bas de la capsule, on note la température correspondante qui est le *point de ramollissement*. La température à laquelle la première goutte se détache est considérée comme étant le *point de goutte* ou le *point de fusion*.

Le premier phénomène est moins nettement défini que le second, aussi ne considère-t-on généralement que le point de goutte.

Il existe de nombreux appareils qui reposent sur un principe analogue à celui de l'appareil Ubbelohde. Des laboratoires privés utilisent souvent un dispositif de leur fabrication, constitué par un tube de verre terminé par un rétrécissement. Les valeurs obtenues avec de tels appareils peuvent s'éloigner très sensiblement de celles qui sont données comme caractéristiques des graisses.

On emploie également d'autres procédés qui consistent par exemple à rechercher la température à laquelle doit être portée la graisse pour qu'une mince tige métallique s'y enfonce en un temps déterminé.

*Homogénéité.* — Il est indispensable que la graisse soit bien homogène pour que la pellicule qu'elle forme soit uniforme.

L'homogénéité dépend surtout du matériel utilisé et des soins apportés à la fabrication.

*Stabilité.* — Ce qui caractérise une graisse, c'est que sa fabrication est mécanique. Ses constituants ont en conséquence tendance à se séparer. La garantie du consommateur à ce sujet, réside pratiquement dans le fini de la fabrication. Une graisse de bonne qualité ne doit ni se dissocier, ni s'épaissir sous l'action de l'air pendant le transport comme pendant des périodes normales de stockage et de magasinage. D'autre part, elle ne doit pas se décomposer en service ni durcir dans les canaux de graissage par où elle est introduite sur la machine.

Encore sur ce point, il n'y a de garantie que dans la valeur de la fabrication.

*Pureté.* — Toute graisse de qualité ne doit pas comporter de matières inertes telles que la baryte, le talc, la craie, le plâtre, etc., qu'on incorpore souvent pour en abaisser le prix.

La présence de matières de charge augmente naturellement la densité et l'on peut dire qu'à l'exception des graisses pour laminoirs, tout produit dont la densité est supérieure à l'unité, est vraisemblablement chargé.

La calcination de la graisse est un moyen plus sûr de déterminer avec suffisamment d'approximation, le pourcentage de matières inertes incorporées. Une graisse consistante supérieure ne doit pas laisser, suivant la consistance, plus de 1,5 à 4 % de cendres, ces dernières provenant d'ailleurs des sels alcalins employés pour la saponification.

Il existe toutefois, une exception pour le graphite. Ce corps est parfois utilisé dans des conditions de pression et de température très élevées; il est un excellent lubrifiant solide qui n'a rien de commun avec les matières inertes indiquées précédemment. D'ailleurs, si la graisse est calcinée à très haute température, il n'apparaîtra pas dans les cendres.

*Neutralité.* — Une bonne graisse doit être neutre.

La méthode la plus simple pour la détermination de l'acidité des graisses est celle connue sous le nom de méthode de Marcusson.

Elle consiste à dissoudre 10 grammes de la graisse (en chauffant au bain-marie, s'il y a lieu) dans 50 cm<sup>3</sup> d'un mélange préalablement neutralisé de 90 parties de benzène et 10 parties d'alcool à 90°.

On filtre à chaud pour éliminer le résidu insoluble et on lave le filtre avec le même mélange (90 benzène, 10 alcool à 90°).

Au liquide filtré, on ajoute 30 à 40 cm<sup>3</sup> d'alcool à 50° neutralisé et on titre l'acidité avec une solution décimolaire de potasse avec la phtaléine du phénol comme indicateur.

Cette détermination est très délicate et elle doit être faite avec soin par des opérateurs expérimentés pour que les résultats

tats obtenus ne soient pas entachés de causes d'erreur qui pourraient les fausser complètement.

*Pouvoir lubrifiant.* — Les graisses sont destinées à des usages spéciaux, lorsque l'emploi de l'huile n'est pas possible. Le savon qui les compose ne sert jamais comme lubrifiant, mais uniquement comme support, de sorte que leur pouvoir lubrifiant dépend étroitement de celui de l'huile composante.

Une graisse supérieure doit être fabriquée avec le maximum de soins, portant sur la sélection et l'homogénéité des substances premières saponifiables, sur la conduite de leur saponification, sur l'opération mécanique de préparation et d'incorporation de l'huile composante.

Il est donc évident que le pouvoir lubrifiant d'une graisse dépend aussi de sa fabrication et de sa pureté.

#### CHAPITRE IV

##### Conclusions.

Il résulte à l'évidence de ce qui précède, qu'aucun essai considéré isolément ne peut prétendre déterminer le choix d'une huile de graissage appropriée à un problème particulier. On peut se demander toutefois si une combinaison de différents essais ne permettrait pas une sélection suffisamment rigoureuse. L'expérience prouve qu'il n'en est rien. Il est évident que les spécifications éliminent des produits qui sont manifestement inaptes à remplir le service que l'on attend d'eux, soit que leur consistance soit trop faible, soit qu'ils contiennent des huiles fixes, alors qu'une huile minérale pure est nécessaire, soit qu'ils renferment des impuretés en quantité trop grande, etc.

Mais, cette élimination, une fois faite, on se trouve nécessairement en présence d'une série de produits de qualités différentes, satisfaisant aux spécifications, sans qu'il soit possible de choisir judicieusement entre eux; les services d'approvisionnement, devant l'impossibilité d'une conclusion plus nette, se bornent uniquement à une comparaison des prix de vente.

Nous avons, dans l'introduction de ce bulletin, expliqué la raison pour laquelle cette pratique aurait obligatoirement pour conséquence de limiter le choix uniquement entre des produits de qualité pour le moins contestable, et qui, malgré les précautions dont on a le devoir de s'entourer, sont souvent loin de répondre aux conditions d'emploi auxquelles ils sont destinés.

Quoique ce soit un cas très fréquent, nous ne mentionnerons que pour mémoire le danger d'imposer des caractéristiques incompatibles, par exemple : un point de congélation très bas, pour une huile très visqueuse, un point d'inflammabilité trop haut pour une huile fluide, une variation anormale de la viscosité avec la température, etc.

Il arrive également que les conditions inscrites dans les Cahiers des charges sont présentées dans un ordre d'importance indifférent, et que, pour des personnes dont les connaissances techniques sont limitées, le point d'inflammabilité, par exemple, acquiert la même importance que la viscosité dans le choix d'une huile pour transmissions, que la viscosité à 20° C. soit déterminante pour la sélection d'une huile à cylindres, etc.

Pour bien montrer la possibilité de satisfaire à des spécifications données avec des produits de qualité quelconque, nous citerons trois exemples :

*Premier exemple :* Une firme importante nous a demandé une huile pour cylindres de moteurs à gaz, répondant aux caractéristiques suivantes :

Viscosité Engler à 50°.....	10
Point d'inflammabilité .....	210°
Point de combustion.....	245°

De toutes les huiles que nous vendons, celles qui répondaient le mieux à ces caractéristiques étaient :

1° Gargoyle Mobiloil « BB », huile supérieure employée pour le graissage des moteurs d'automobiles :

Viscosité Engler à 50° C. ....	10,95
Point d'inflammabilité.....	224°
Point de combustion.....	249°

2° Une huile noire de qualité très ordinaire, ne convenant qu'à des graissages grossiers, par exemple, celui d'essieux de wagonnets. Ses caractéristiques étaient les suivantes :

Viscosité Engler à 50° C. ....	10,85
Point d'inflammabilité .....	223°

Aucune de ces deux huiles n'était capable de résoudre d'une façon satisfaisante le problème considéré, et il n'entraînait évidemment pas dans les intentions de la Direction de l'usine intéressée, d'imposer pour ses moteurs l'utilisation d'une huile noire pour wagonnets.

*Second exemple :* Une maison de construction conseille à ses clients, pour le graissage des cylindres des machines à vapeur qu'elle construit, des huiles répondant aux caractéristiques suivantes :

Densité .....	0,89 à 0,92
Viscosité Engler à 50° C. ....	38 à 42
Viscosité Engler à 100° C. ....	2,7 à 4,5
Point d'inflammabilité.....	230° à 320°

Il est évident, *a priori*, que la viscosité à 50° n'a aucune importance pour un graissage de cylindres de machines à vapeur; les chiffres fixés pour la viscosité à 50° sont d'ailleurs tellement élevés par rapport à ceux fixés pour la température de 100° qu'il n'y a vraiment que des huiles de qualité inférieure qui puissent satisfaire à ces conditions.

D'autre part, les limites fixées sont tellement larges qu'elles sont compatibles avec l'emploi de lubrifiants de propriétés très diverses, dont la plupart seront, pour le cas considéré, manifestement inappropriées.

En conséquence, les caractéristiques imposées ne définissent nullement le lubrifiant à employer et autorisent l'utilisation d'un produit quelconque tant au point de vue de ses propriétés physiques que de sa qualité.

*Troisième exemple :* Une autre maison de construction exige dans son Cahier des charges que les huiles de graissage présentent une absence absolue d'huile ou de graisse végétale ou animale.

Or, cette condition est incompatible avec un graissage rationnel des cylindres de machines à vapeur ou d'un compresseur d'air à haute compression par exemple. Dans ces organes, une faible proportion d'huile fixe est nécessaire pour accroître l'adhérence de la pellicule aux parois et empêcher son lavage par l'eau de condensation.

\* \* \*

Nous pouvons donc conclure que les spécifications sont impuissantes à déterminer le choix judicieux du lubrifiant qui convient à des conditions déterminées. Elles sont dangereuses parce qu'elles permettent l'utilisation de produits de qualité quelconque et ne constituent par conséquent pas une protection contre l'emploi de lubrifiants inappropriés conduisant parfois à des accidents graves. *Dans l'état actuel de nos connaissances, il n'est possible de faire apparaître la qualité d'un lubrifiant que par un essai pratique prolongé sur la machine à laquelle il est destiné.* C'est un moyen peu rapide, mais auquel il faut cependant se résoudre jusqu'à ce que les laboratoires aient fait plus de progrès dans l'étude de cette question.

Cette méthode d'essais industriels directs présente en outre l'avantage de pouvoir faire ressortir dans certains cas des avantages particuliers qui résultent de l'emploi d'une huile bien appropriée, avantages qu'aucune méthode de laboratoire ne saurait mettre aussi bien en évidence.

C'est le cas de l'économie de puissance, que peut révéler un *essai de puissance* effectué directement sur les machines. Il est souvent difficile, dans les conditions pratiques d'emploi, c'est-à-dire en marche industrielle, de mesurer la puissance absorbée par les organes mécaniques des machines, car celle-ci est généralement très faible, comparativement à celle nécessaire au travail de la matière.

\* \* \*

Cependant, il existe une industrie dans laquelle les pertes par frottement mécanique forment un pourcentage important de la puissance totale absorbée : l'Industrie Textile. Dans les métiers à filer, par exemple, la multiplicité des organes entraîne des pertes de puissance extrêmement importantes par rapport à la puissance totale absorbée. Sur ce genre de machine, un essai comparatif de lubrifiants aura une valeur indéniable, car les essais de puissance portent sur des qualités facilement mesurables et peuvent donner des indications précieuses quant à l'économie directe de la force motrice par l'emploi d'une huile appropriée. D'autre part, il ne s'agit pas, dans ce cas, de conditions arbitraires, mais les lubrifiants sont au contraire essayés dans les conditions même d'emploi.

Les « Bulletins techniques » nos 11 et 12, publiés par la Vacuum Oil Company S. A. F. donnent des résultats d'essais de ce genre effectués dans diverses firmes sous le contrôle des industriels.

On y trouve des chiffres précis qui montrent que l'ordre de grandeur des économies immédiates réalisées peut être extrêmement important lorsqu'une huile de qualité supérieure est substituée à une huile plus ou moins bien appropriée au service auquel elle est destinée.

Un autre avantage de cette méthode réside dans la possibilité de comparaison de deux lubrifiants entre eux, non plus dans des conditions idéales : huile neuve, absence de possibilité de pollution par des corps étrangers, absence d'action des matières oxydantes, etc., mais au contraire, de permettre l'essai comparatif entre deux produits ayant un certain temps d'usage. Au point de vue essai mécanique auquel le lubrifiant peut être soumis, seul, à notre avis, et dans l'état actuel de la question, ce genre d'essai peut avoir une valeur réelle d'investigation.

Enfin, en outre du point de vue que nous venons d'examiner, on doit, en effet, se rappeler qu'un essai de longue durée, dans des conditions mêmes d'emploi, permet également de chiffrer la dépense en lubrifiant résultant de l'aptitude de celui-ci à conserver ses propriétés lubrifiantes pendant une durée plus ou moins longue et indépendamment des influences auxquelles il est soumis.

En résumé, l'examen des caractéristiques des lubrifiants doit se limiter à :

1° l'élimination de certains produits manifestement inappropriés à l'usage auquel ils sont destinés.

2° au choix d'un lubrifiant déterminé dans une classe d'huile de *qualité et de propriétés connues*.

3° à la vérification de fournitures en vue de déceler, par exemple, des erreurs d'expédition ou de s'assurer de l'uniformité des produits.

En outre, cet examen est l'auxiliaire indispensable du producteur pour la surveillance de la production, car il lui permet

de vérifier la constance de ces caractéristiques, densité, viscosité, point d'inflammabilité, point de congélation, etc., au cours de la fabrication.

La nécessité de se fier aux résultats de l'application réelle en service des lubrifiants, pour se faire une opinion exacte sur leur appropriation correcte, est d'ailleurs reconnue à l'heure actuelle dans de nombreuses industries.

Témoin, l'opinion suivante, émise par un groupe de techniciens qui ont approfondi particulièrement la question (1).

« Il est donc indispensable de mettre en garde le consommateur contre l'idée que les huiles dont les caractéristiques courantes correspondent à celles nécessitées par le fonctionnement du mécanisme envisagé, pourront être employées indifféremment et que les résultats seront les mêmes.

Les caractéristiques ne sont pas les seuls éléments qui fixent le choix d'un lubrifiant, et ce qui le démontre nettement est le fait suivant, pris entre de nombreux autres, que nous avons eu l'occasion de constater personnellement.

Deux huiles d'une puissante firme américaine, dont les caractéristiques courantes (viscosité, inflammabilité, densité) sont identiques, donnent toutes deux de bons résultats quand elles sont utilisées pour le graissage des articulations, alors que l'une donne des résultats bien supérieurs à ceux de l'autre lorsqu'on les emploie au graissage des moteurs à explosion, compresseurs d'air, turbines.

Il faut donc aussi faire entrer en ligne de compte la « *qualité* » d'une huile, surtout pour la lubrification des appareils délicats (turbines, moteurs à explosion, compresseurs d'air, moteurs à huile lourde, et tous graissages par circulation, etc.).

Ce n'est qu'à la suite d'une application mécanique sur le mécanisme même et de l'examen attentif des résultats obtenus — résultats qui doivent être convenablement interprétés — que l'on connaîtra :

1° Si une huile peut assurer le fonctionnement du mécanisme.

2° Entre plusieurs huiles satisfaisant à la première condition, quelle est celle qui peut être considérée comme le lubrifiant idoine.

Cela revient à dire que le consommateur ne sera réellement fixé sur l'huile la plus avantageuse à employer pour un usage déterminé, qu'à la suite d'essais pratiques sérieusement effectués. »

Telle est également l'opinion suivante, retenue parmi de nombreuses autres identiques :

« Toutes les méthodes d'essai qui portent seulement sur l'huile neuve sont sans aucune valeur pour le praticien, parce que, ce qui importe avant tout, c'est la manière dont se comporte l'huile après une période d'oxydation d'une certaine durée. » (2)

En essayant de déterminer la qualité d'une huile de graissage au moyen d'essais de laboratoire, soit physiques, soit chimiques, on rencontre des difficultés de la même nature que celles que rencontrent les techniciens dans les différentes industries, industries métallurgiques ou du ciment, par exemple, quand ils cherchent à établir des spécifications soit pour la fonte, soit pour le ciment.

(1) Cf. Les lubrifiants.— Caractéristiques.— Propriétés.— Emploi. Rapport de la Commission de l'Association Minière d'Alsace et de Lorraine, page 84 (avril 1926).

(2) Cf. « Ueber Dampfturbinenöle », par le Dr Staeger et Dr Bohnenblust. *Archiv für Värmewirtschaft und Dampfkesselwesen*, Heft 2. 1928. (Revue d'études thermiques et d'utilisation des chaudières.)

Dans les aciers, la teneur en carbone n'est pas le seul facteur d'importance pour déterminer les caractéristiques finales. La façon dont le carbone se combine avec les autres constituants, en effet, a une influence marquée.

Sans avoir recours à aucun changement de proportions des constituants, la qualité de la fonte peut varier avec un léger changement de fabrication; par un refroidissement rapide après chauffage, par exemple, on obtient un produit tout à fait différent de celui obtenu par un refroidissement lent et graduel, sans pour cela que la proportion des constituants du métal ait été modifiée.

Des conditions similaires existent dans la fabrication et la production des huiles lubrifiantes. Une connaissance réelle des produits et les procédés pour les fabriquer peut être acquise seulement par une longue expérience et par une connaissance étendue de l'emploi des machines, auxquelles ces huiles sont destinées. Quand l'huile appropriée pour un usage déterminé a été fabriquée, il est évidemment nécessaire de noter ses caractéristiques physiques et chimiques pour pouvoir toujours les reproduire, mais la constance du produit, comme sa valeur intrinsèque, dérivent seulement du choix du pétrole brut et du procédé de fabrication.

\* \*

Les conclusions auxquelles nous sommes arrivés ne doivent pas être interprétées comme une négation des recherches effectuées vers le progrès. Ces recherches sont d'ailleurs en pleine voie d'évolution, et si elles n'ont pas encore permis d'établir des conclusions indiscutables, on peut fonder certains espoirs sur leur réussite. Indépendamment des progrès réalisés dans l'analyse et dans la recherche des constituants hydrocarbonés, des tentatives se poursuivent dans d'autres domaines, en particulier dans l'étude optique, par la comparaison des indices de réfraction. D'autres sont faites également pour déterminer les conditions physiques de formation de la pellicule en appliquant et développant la technique de la capillarité. D'autres enfin sont orientées vers des méthodes de vieillissement arti-

ficiel dont l'objet est de retrouver exactement sur les huiles vieilles, les propriétés qu'elles auraient si elles avaient été réellement employées en service normal.

\* \*

Il y a, en dehors de ces recherches pures, une méthode essentiellement objective qui pose la question *technique* du graissage sur son plan général.

Le critérium final de la qualité et l'appropriation d'un lubrifiant sera toujours en définitive fourni par la machine même, parce qu'aucun essai ou ensemble d'essais ne réfléchira jamais suffisamment les conditions de service auxquelles le lubrifiant est soumis. La base de cette méthode est en conséquence la fabrication d'une huile de graissage soit dirigée en vue de la machine à laquelle elle est destinée.

L'huile de graissage doit donc être l'objet final et non un sous-produit, aux qualités variables, du traitement du pétrole brut.

Le raffineur doit, d'autre part, être guidé par l'expérience d'application de ses produits sur les machines en vue desquelles ils sont fabriqués. Cette expérience sera déterminante si elle est acquise par des spécialistes de la mécanique, et suffisamment étendue.

La tâche de ces techniciens doit être, d'une part, d'apporter à l'industriel leur concours de spécialistes, d'autre part, de collaborer avec les raffineries et de leur définir les conditions auxquelles doivent répondre les lubrifiants.

Cette collaboration constante des organismes de fabrication et d'application offre la garantie la plus tangible de qualité et d'appropriation des lubrifiants offerts.

Elle constitue par ailleurs un puissant facteur de progression continue, parce qu'à l'évolution de la technique des machines, si nettement caractérisée à l'heure présente, elle coordonne l'évolution simultanée de la technique des lubrifiants appropriés.

*Extrait du Bulletin technique n° 5 de la Vacuum Oil Company.*