

**Zeitschrift:** Bulletin de l'Association suisse des électriciens  
**Herausgeber:** Association suisse des électriciens  
**Band:** 16 (1925)  
**Heft:** 4

**Rubrik:** Normes relatives à l'essai des huiles minérales pour transformateurs et interrupteurs

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 10.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

et ainsi prolongent l'action néfaste de l'arc électrique de rupture. La fig. 16 nous donne une idée de l'influence de la consistance de l'huile sur le

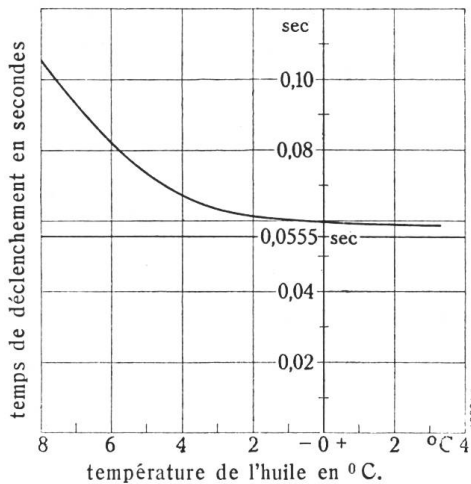


Fig. 16.

temps de déclenchement. Les expériences faites avec une huile dont le point de congélation était de moins 3° C ont montré que, pour un travail de déclenchement déterminé à moins 8° C, le temps de déclenchement dépassait d'environ 80 % celui que l'on obtenait avec de l'huile encore fluide à la même température. Tous ces dangers sont écartés par l'emploi d'huiles possédant un point de congélation conforme aux conditions de livraison présentes.

*Remarques sur IV.* Voir au chapitre „Propriétés des huiles isolantes dans les transformateurs“, Remarques sur V, où cette question est déjà traitée (page 17).

Les huiles de résine ne sont jamais employées pour les interrupteurs à cause:

- 1° de leur viscosité qui est beaucoup trop haute pour peu que la température baisse et
- 2° de la grande quantité de carbone qu'elles dégagent sous l'action de l'arc électrique.

En résumé nous pouvons tirer de ces quelques considérations sur les huiles isolantes et leur emploi les enseignements suivants:

Afin d'éviter tout mélange, il est très avantageux de n'employer qu'une seule huile isolante, la même pour les transformateurs et les interrupteurs. Les propriétés exigées d'une huile pour transformateurs sont à peu près identiques à celles d'une huile pour interrupteurs. Dans tous les cas, il faut employer des huiles bien raffinées et purifiées, possédant un point de congélation bas et une viscosité convenable. (Réfrigération suffisante des transformateurs, extinction rapide de l'arc électrique dans les interrupteurs.) Pour les transformateurs, l'emploi d'une huile bien raffinée est nécessaire, si l'on veut avoir une huile résistant à l'action de la température et de l'oxygène et capable d'assurer un bon fonctionnement du transformateur. L'huile pour interrupteurs doit aussi avoir subi un bon raffinage, elle ne doit plus contenir de carbures d'hydrogène non saturés, de peur qu'il ne se dépose une grande quantité de carbone et de produits goudronneux sur les contacts (les carbures d'hydrogène non saturés forment plus de carbone que les hydrocarbures saturés).

Comme les huiles pour transformateurs et les huiles pour interrupteurs possèdent beaucoup de points communs, les normes présentes de l'A. S. E. ne font aucune différence entre elles. Les conditions de livraison et les méthodes d'essai ont été déterminées de telle manière que toute garantie soit assurée dans le choix des huiles isolantes et que l'on puisse être sûr de leur bonne qualité ainsi que du bon fonctionnement des transformateurs et interrupteurs.

*Traduction.*

## Normes relatives à l'essai des huiles minérales pour transformateurs et interrupteurs<sup>1)</sup>.

Etablies par la commission des normes de l'A. S. E. et de l'U. C. S.<sup>2)</sup>

L'Association Suisse des Electriciens met en vigueur les normes suivantes, à partir du 1<sup>er</sup> juillet 1925. Si un premier essai, fait d'après ces normes, donne lieu à des contestations, la station d'essai des matériaux de l'A. S. E. procède, sur la demande de l'un des intéressés, à une seconde épreuve, dont le résultat demeure sans appel. Pour permettre à la station d'essai des matériaux cette contre-épreuve éventuelle, on prélèvera simultanément deux échantillons d'huile, dont l'un,

plombé et muni de la date du prélèvement, restera à sa disposition.

### I. Dispositions générales.

1° L'échantillon d'essai (au minimum 2 litres) doit être prélevé du fût ayant servi au transport, après un repos de 24 heures au moins au lieu de livraison. Le prélèvement sera fait par l'acheteur ou une personne désignée par lui. Sur sa demande et à ses frais, le fournisseur a le droit d'assister à cette opération.

Si l'huile est livrée par le fournisseur du transformateur ou de l'interrupteur, et qu'il soit procédé à sa cuisson, dans l'appareil même et par les soins du fournisseur, on peut exiger que l'échantillon soit prélevé de l'appareil prêt à fonctionner, mais avant sa mise en service.

2° L'huile n'est déclarée conforme aux normes qu'après avoir subi avec succès, et dans l'ordre indiqué, toutes les épreuves énumérées ci-dessous.

<sup>1)</sup> Ces normes, adoptées par la commission d'administration de l'A. S. E. et de l'U. C. S., seront soumises à l'approbation de la XL<sup>e</sup> assemblée générale de l'A. S. E. On est prié de communiquer par écrit toute remarque concernant ces normes au secrétariat général de l'A. S. E. et de l'U. C. S., Seefeldstrasse 301, Zurich, avant le 25 mai 1925.

<sup>2)</sup> Cette commission se compose de M. K. Sulzberger-Zurich, président; de MM. G. A. Borel-Cortailod, L. Dénéreaz-Territet, H. Egli-Zurich, A. Schaetz-Berne et P. Weingart-Klostern, membres de la commission; collaborateurs: MM. A. Mosser-Zurich, P. Schlaepfer-Zurich, E. Schwank-Baden, H. Stäger-Baden.

## II. Nature des essais.

1<sup>o</sup> *La teneur en impuretés grossières.* Pas plus à 110<sup>o</sup> C qu'à la température ambiante, l'huile ne doit être trouble ou présenter un aspect fibreux; elle ne doit contenir aucune impureté solide visible à l'œil nu.

2<sup>o</sup> *Le coefficient de viscosité,* déterminé d'après la méthode d'Engler, ne doit pas dépasser 8 à la température de 20<sup>o</sup> C.

3<sup>o</sup> *Consistance de l'huile aux basses températures.* La „durée d'écoulement“ à - 20<sup>o</sup> C ne doit pas dépasser 10 secondes<sup>3)</sup>.

4<sup>o</sup> *Le point d'éclair,* déterminé d'après la méthode de Marcusson, doit atteindre 145<sup>o</sup> C au moins.

5<sup>o</sup> *Rigidité diélectrique.* Après avoir reposé pendant une demi-heure dans le récipient d'essai couvert, l'huile est soumise, à la température ambiante, à une tension alternative maintenue entre deux électrodes sphériques de 12,5 mm de diamètre et distantes de 5 mm. La tension est portée à 30 kV<sub>eff</sub> à raison de 1 kV<sub>eff</sub> par seconde. Cette valeur doit être maintenue pendant 30 minutes. Dans l'intervalle des 5 dernières minutes, on ne doit constater de décharge d'aucune sorte et ne percevoir aucun bruit.

6<sup>o</sup> *La teneur en combinaisons chimiques.* L'huile ne doit contenir ni acides minéraux ni bases. L'„indice d'acidité“, caractéristique pour la teneur en acides organiques, ne doit pas dépasser 0,1. Si l'échantillon a été prélevé de l'appareil, l'indice d'acidité doit être inférieur à 0,2.

7<sup>o</sup> *Propriétés de l'huile à haute température.* On verse un échantillon d'huile de 1000 cm<sup>3</sup> dans un récipient d'essai, cylindrique, en tôle de cuivre. On plonge dans l'huile deux fils de coton (No. 90/2, pas de l'hélice: 1 mm) de 10 m de longueur environ chacun. Le récipient d'essai est maintenu ouvert pendant 168 heures (une semaine) à une température de 115<sup>o</sup> C. Au bout de ce temps on agite l'huile, puis on en tire 10 cm<sup>3</sup> et l'un des fils de coton. On partage ce dernier en 15 tronçons en vue de l'essai à la traction. L'huile ne doit contenir aucun dépôt, l'indice d'acidité doit être inférieur à 0,3. La diminution de résistance mécanique du fil de coton, déterminée par la moyenne arithmétique des résultats de 15 essais, doit être inférieure à 20%. Si ces conditions sont remplies, on expose le reste de l'échantillon d'huile avec le deuxième fil de coton pendant une deuxième semaine (168 heures) à la température de 115<sup>o</sup> C, puis on le mélange soigneusement. On prélève ensuite sur cette quantité un petit échantillon, auquel on ajoute 3 parties d'essence de pétrole légère, et que l'on soumet à l'action de la force centrifuge jusqu'à ce que le dépôt soit nettement séparé du liquide et ait cessé de se comprimer; le dépôt doit être inférieur à 0,3% du volume de l'huile. L'indice d'acidité de l'huile (dépôt éliminé) doit être inférieur à 0,4 et la diminution moyenne totale de la résistance mécanique du fil de coton inférieure à 30%.

## III. Description des méthodes d'essai.

1<sup>o</sup> *La teneur en impuretés grossières.* On commencera par examiner les bouteilles-échantillons

<sup>3)</sup> Voir définition de la „durée d'écoulement“ au chapitre III, chiffre 3.

à la lumière du jour, par transparence, pour voir si l'huile est trouble ou contient quelque impureté. Ensuite, on agite vivement les bouteilles et l'on remplit d'huile une éprouvette ordinaire. Cette dernière est examinée à nouveau comme les bouteilles, puis chauffée graduellement à la flamme d'un brûleur à gaz; on observe de temps en temps s'il s'est formé des traînées, des flocons ou une nébulosité. On doit poursuivre l'échauffement de l'huile jusqu'à la température de 110<sup>o</sup> C.

2<sup>o</sup> *Le coefficient de viscosité* est déterminé au moyen du viscosimètre d'Engler; c'est le rapport entre les temps d'écoulement de 200 cm<sup>3</sup> d'huile et d'un volume égal d'eau distillée à 20<sup>o</sup> C. Comme le montre la fig. 1, le viscosimètre d'Engler se compose de deux cuves concentriques en laiton, l'une pour l'huile *e*, l'autre pour le bain-marie *c*, de deux thermomètres *t*<sub>1</sub> et *t*<sub>2</sub> pour mesurer la température de l'eau et de l'huile, d'un trépied muni d'un brûleur *g* et d'un flacon gradué *k*. A l'intérieur du récipient d'huile, trois pointes équidistantes *p*, fixées à égale hauteur du fond, servent à doser l'échantillon et permettent de vérifier la position horizontale de l'appareil. Le couvercle du récipient d'huile est muni de deux ouvertures; celle du centre laisse passer la baguette de bois *s* qui ferme l'orifice *a*, au fond du récipient, l'autre est destinée au thermomètre mesurant la température de l'huile. On remplit d'eau ordinaire l'intervalle compris entre les deux cuves. On obtient une température égale du bain-marie en agitant l'eau avec un dispositif spécial *r*. On règle la source de chaleur de telle sorte que l'échantillon d'huile atteigne la température de 20<sup>o</sup> C. Pour agiter l'huile pendant qu'elle s'échauffe, il suffit de tourner de temps en temps le couvercle; c'est le thermomètre qui opère le brassage. Dès que la température du bain et celle de l'huile ont atteint 20<sup>o</sup> C, on laisse s'écouler cette dernière en retirant vivement la baguette de bois. Le flacon gradué est placé au-dessous de l'orifice et l'on mesure au chronomètre le temps nécessaire à l'écoulement de 200 cm<sup>3</sup> d'huile. Le temps d'écoulement doit être déterminé pour chaque huile à l'aide de deux mesures consécutives, qui ne doivent pas différer de plus de deux secondes l'une de l'autre. La constante de l'appareil sera contrôlée de temps à autre avec de l'eau distillée à 20<sup>o</sup> C. Le temps d'écoulement doit correspondre à celui indiqué sur le certificat d'étalonnage de l'appareil (sa valeur est comprise entre 50 et 53 secondes). Le récipient intérieur et spécialement son orifice doivent, avant usage, être soigneusement nettoyés à l'alcool et à l'éther.

3<sup>o</sup> *Consistance de l'huile aux basses températures.* Un échantillon de 5 cm<sup>3</sup>, contenu dans une éprouvette ordinaire de 15 mm de diamètre et 15 cm de longueur, restera plongé pendant au moins 10 minutes, à 5 cm de profondeur au moins, dans un mélange réfrigérant à - 20<sup>o</sup> C. Ensuite on retirera l'éprouvette à l'aide de pincettes mauvaises conductrices de la chaleur et on la renversera immédiatement sens dessus-dessous. On entend par „durée d'écoulement“ le temps que met la pointe de la langue d'huile à parcourir un chemin fixe de 10 cm.

Cet essai doit avoir lieu à la température de la chambre, l'éprouvette étant protégée autant que possible contre tout rayonnement calorifique na-

turel ou artificiel et contre les courants d'air. Le choix du mélange réfrigérant n'a qu'une importance secondaire.

4<sup>o</sup> On entend par *point d'éclair* la température à laquelle s'allument les vapeurs qui se dégagent de l'huile graduellement chauffée, au-dessous du point d'ébullition. D'après la méthode de Marcusson, la détermination du point d'éclair a lieu en creuset ouvert, comme l'indique la fig. 2. L'appareil se compose d'un plat en tôle, supporté par un trépied, contenant le bain de sable *s*, et d'un creuset cylindrique *c* de 4 cm de diamètre et 4 cm de hauteur, destiné à recevoir l'échantillon d'huile; le creuset est maintenu au centre du bain de sable par un anneau métallique *r* équidistant des bords. Un support pour le thermomètre *t* et un dispositif permettant de promener horizontalement la flamme-amorce *f* au-dessus du creuset font également partie de l'appareil. Deux écrans semi-cylindriques en amiante *m* protègent le creuset contre les courants d'air et empêchent la chaleur de la source de fausser les résultats en troublant les conditions de l'expérience. Pour procéder à l'essai de l'huile considérée, on en remplit le creuset jusqu'à la marque indiquée à 10 mm du bord, on le place au centre de l'anneau et on l'entoure de sable fin, jusqu'à la hauteur du niveau d'huile. La position du thermomètre est fixée de telle façon que le réservoir de mercure soit entièrement sous l'huile, sans toutefois toucher le fond ou les parois du creuset. On chauffe le bain de sable à l'aide d'une source de chaleur réglable *g*. Jusqu'à 120° C la température peut s'élever à raison de 4 à 5° C par minute; au-dessus de cette température et jusqu'au point d'inflammabilité des vapeurs, l'élévation de température ne doit pas excéder 2° C par minute. La flamme-amorce, réglée à 5 mm de longueur, est promenée lentement de degré en degré, dans un mouvement de va-et-vient, au-dessus du creuset. On note comme point d'éclair la température à laquelle les vapeurs dégagées de l'huile chauffée s'allument pour la première fois. L'essai doit être exécuté deux fois et les valeurs obtenues ne doivent pas différer de plus de 2° C l'une de l'autre. On prendra de l'huile fraîche pour chaque essai.

5<sup>o</sup> *Rigidité diélectrique*. L'appareil utilisé est un spintéromètre à sphères, tel que le montre la fig. 3. Il doit être nettoyé avant usage, avec de la benzine d'abord, de l'éther ensuite; on le séchera en le chauffant légèrement ou en l'exposant à un courant d'air. Le récipient doit être rincé ensuite avec un peu de l'huile à examiner, puis rempli jusqu'à ce que les sphères *e* soient recouvertes de 2 à 3 cm d'huile.

6<sup>o</sup> *La teneur en combinaisons chimiques*.

a) On procède à l'essai qualitatif de la teneur en acides minéraux, en ajoutant dans un flacon gradué 100 cm<sup>3</sup> d'eau distillée bouillante à 100 cm<sup>3</sup> d'huile à la température ambiante, puis en agitant énergiquement ce mélange pendant une minute. Quand les deux liquides se sont séparés, on prélève à la pipette 20 à 30 cm<sup>3</sup> d'eau, auxquels on ajoute, après clarification complète, quelques gouttes de méthylorange en solution (0,3 g de méthylorange pour un litre d'eau distillée). Le méthylorange se co-

lore en rose en présence d'un acide minéral. Si cette réaction n'a pas lieu, on passe à l'essai qualitatif de la teneur alcaline, en neutralisant le liquide au moyen d'une solution acide normale au 1/10 (acide chlorhydrique ou acide sulfurique), jusqu'à ce que le réactif prenne une faible teinte rosée. S'il faut additionner plus de deux gouttes d'acide pour obtenir ce résultat, c'est que l'échantillon d'huile contenait un alcali.

b) Détermination quantitative de la teneur en acides organiques.

a) Essai des huiles claires: On verse dans une fiole d'Erlenmeyer, d'une contenance de 300 cm<sup>3</sup> environ, 20 cm<sup>3</sup> d'huile à travers un entonnoir gradué. Pour emporter dans la fiole l'huile attachée aux parois de l'entonnoir, on rince celui-ci avec 100 cm<sup>3</sup> au moins d'un mélange neutre, composé de 1 partie d'alcool à 96% et de 2 parties de benzol, auquel on a eu soin d'ajouter 5 cm<sup>3</sup> d'indicateur bleu d'alcali 6B. On additionne goutte à goutte au contenu de la fiole (huile, plus mélange neutre) une solution normale de potasse caustique au 1/10, au moyen d'une burette graduée, jusqu'à ce qu'une coloration rouge apparaisse nettement et se maintienne, même après plusieurs secondes d'agitation du récipient. Soient *n* (KOH) le nombre de cm<sup>3</sup> de potasse caustique normale au 1/10 employés pour neutraliser les 20 cm<sup>3</sup> d'huile, et  $\gamma$  le poids spécifique de l'huile. L'indice d'acidité *S* s'obtient par la formule:

$$S = \frac{\text{Poids de la potasse caustique}}{\text{Poids de l'huile}} = \frac{n \text{ (KOH)} \times 5,615}{\gamma \times 20}$$

β) Essai des huiles foncées: Dans un tube gradué, muni d'un bouchon en verre, on mélange et on agite vivement 20 cm<sup>3</sup> d'huile avec 40 cm<sup>3</sup> d'alcool à 96% (en chauffant s'il s'agit d'huiles épaisses). On laisse reposer le mélange pendant 6 heures pour obtenir une séparation complète des deux liquides. On prélève alors 20 cm<sup>3</sup> d'alcool, dont on opère le titrage au moyen d'une solution normale de potasse caustique au 1/10, comme il est indiqué sous a); en introduisant dans la formule donnée le double du nombre de cm<sup>3</sup> de potasse caustique employés, on obtient un premier indice d'acidité partiel. On élimine ensuite l'alcool restant de ce premier essai, on le remplace par 40 nouveaux cm<sup>3</sup> d'alcool neutre en vue d'un second titrage et l'on détermine comme ci-dessus l'indice d'acidité partiel. On répète l'opération décrite jusqu'à ce qu'on obtienne un indice d'acidité partiel inférieur au dixième de la valeur limite admissible que fixent les normes pour l'indice d'acidité considéré. La somme des indices d'acidité partiels obtenus à chaque titrage donne l'indice d'acidité effectif de l'huile examinée.

7<sup>o</sup> *Propriétés de l'huile à haute température*. On se sert de l'appareil représenté par la fig. 4,

qui est muni d'un dispositif automatique *t* pour le réglage de la température, fonctionnant de telle sorte que, pendant toute la durée de l'épreuve et dans aucun des récipient's d'essai *b*, la température de l'échantillon d'huile *e* ne s'écarte de la valeur prescrite, 115° C, de plus de 2° C.

Les deux fils de coton à examiner sont enroulés sur deux petits cadres de verre, de telle sorte que l'huile les baigne de tous côtés. On prélève sur la même bobine 15 échantillons de coton, que l'on plonge dans l'huile fraîche et que l'on soumet ensuite à un essai à la traction.

On place le récipient d'essai, ouvert, dans l'étuve *a*, en s'assurant qu'il plonge dans le bain *d* au moins jusqu'à la hauteur du niveau d'huile, et que l'air circule librement autour de l'appareil.

Avant de procéder à la détermination volumétrique du dépôt, on remue l'huile de manière à répartir régulièrement le dépôt dans toute la masse. On verse un échantillon de cette huile dans un verre conique gradué, on le mélange, une fois refroidi, avec 3 parties d'essence de pétrole légère („test benzin“), puis on le soumet à l'action de la force centrifuge. En général, le dépôt se sépare rapidement du liquide; s'il est très floconneux, il continue à se comprimer pendant les premières minutes qui suivent la précipitation. Pour cette opération, il est recommandable d'utiliser une machine à force centrifuge, dont la vitesse de rotation atteigne plusieurs milliers de tours par minute ( $\omega^2 r > 100 \text{ cm/sec}^2$  env.).

D'autre part, on transvase dans une capsule en verre l'huile restée dans le récipient d'essai, on la laisse refroidir à la température ambiante, puis on la filtre. On détermine l'indice d'acidité de l'huile filtrée comme il a été indiqué sous chiffre 6*b*.

Les récipients d'essai, en tôle de cuivre, ne doivent pas être soudés mais emboutis. Ils auront 100 mm de diamètre, 210 mm de hauteur et env. 0,6 mm d'épaisseur. On aura soin de les nettoyer à fond avant usage, mais en évitant l'emploi d'une substance chimique corrosive. Il est bon de les laver d'abord à la benzine, de les sécher ensuite et de les rincer immédiatement avant l'essai avec un peu de l'huile à examiner.

### Commentaires aux normes relatives à l'essai des huiles minérales pour transformateurs et interrupteurs.

#### I. Dispositions générales.

*ad 1.* Lors du prélèvement de l'échantillon, on observera les règles suivantes:

- L'échantillon d'essai doit être soutiré des couches inférieures du fût ou de l'appareil.
- On versera l'échantillon au maximum dans 3 bouteilles en verre incolore. Celles-ci doivent être fermées par des bouchons en liège neufs et propres, et munies du plomb de l'acheteur ou de celui de la station d'essai. L'échantillon sera désigné sans ambiguïté et portera la date du prélèvement.
- Tous les ustensiles employés pour cette opération doivent être soigneusement nettoyés et complètement séchés avant usage. En outre, on les rincera avec un peu de l'huile à examiner au moment de procéder au prélèvement

de l'échantillon. Il est avantageux de se servir de benzine pour le nettoyage des ustensiles. On veillera tout particulièrement à ce que ni poussière ni fibres d'aucune sorte (provenant par exemple de chiffons) ne pénètrent dans les bouteilles-échantillons et à ce qu'aucune trace de benzine ne reste attachée à celles-ci. Le remplissage en plein air n'est admissible que par temps sec et dans une atmosphère libre de poussière.

Si le fournisseur désire assister au prélèvement de l'échantillon, il devra le faire savoir par écrit au moins 8 jours avant l'arrivée de l'envoi au lieu de livraison. L'acheteur fixe la date du prélèvement.

*ad 2.* L'huile est soumise à l'essai, telle qu'elle a été prélevée par l'acheteur. Si l'échantillon provient du fût ayant servi à l'expédition, les risques d'altération de l'huile pendant le transport sont à la charge du fournisseur. Si l'essai porte sur un échantillon soutiré de l'appareil prêt à fonctionner, le fournisseur est responsable en outre de toute altération due à un nettoyage ou à un séchage insuffisant de l'appareil. L'expédition de l'huile en tonneaux de bois n'est pas admissible. Il a été tenu compte, dans la définition des essais, du fait que de l'huile minérale, même pure, est susceptible d'absorber des traces d'eau pendant le transport. Malgré cela, les épreuves auxquelles l'huile est soumise sont assez sévères pour qu'on puisse en général remplir directement transformateurs et interrupteurs sans faire subir à l'huile un traitement préalable. Si l'acheteur estime néanmoins ce dernier nécessaire, il y aura lieu de ne pas se borner à éliminer l'eau, mais d'extraire surtout les impuretés solides, dont la présence est plus nuisible encore que celle de l'humidité. La seule élimination de l'eau n'est efficace que pour peu de temps, car l'huile en service, surtout si elle contient des fibrilles en suspension, réabsorbe naturellement l'humidité de l'air. Immédiatement avant le remplissage des transformateurs et des interrupteurs, il est nécessaire de procéder au séchage complet de ces appareils et de leurs cuves, et de veiller avec le plus grand soin à éliminer les fibres et la poussière.

#### II. Nature des essais.

Pour empêcher qu'une huile soit refusée à cause du chiffre de son poids spécifique, on a renoncé à faire mention de celui-ci dans les normes. Le poids spécifique des huiles est compris dans la règle entre 0,85 et 0,92; on le détermine sans autre au cours de l'essai.

*ad 1.* L'huile peut contenir à la température ambiante jusqu'à 5‰ d'eau en solution sans présenter une nébulosité quelconque. Si cette proportion est dépassée, l'eau se sépare à l'état de globules minuscules qui se manifestent, à partir d'une certaine concentration, par l'aspect trouble de l'huile. Il suffit de chauffer cette dernière pour en éliminer l'eau; mais si les transformateurs et les interrupteurs ne sont pas hermétiquement clos, l'huile réabsorbe insensiblement l'humidité de l'air.

*ad 3.* Aux endroits où une huile ne se figeant qu'à très basse température ne paraît pas indispensable, une huile présentant une durée d'écoulement de 10 secondes au plus à -12° C con-

vient aussi et peut être déclarée conforme aux normes, si l'on a soin de préciser qu'elle n'est pas faite pour résister aux grands froids.

*ad 4.* Il est possible que le point d'inflammabilité des vapeurs obtenu dans différents laboratoires ne soit pas rigoureusement le même. On a tenu compte de cette incertitude en fixant cette température assez bas.

*ad 5.* En transvasant l'huile on ne peut éviter que des bulles d'air et de l'humidité se mélangent à celle-ci; c'est pourquoi, avant d'être soumis à l'épreuve de rigidité diélectrique, l'échantillon d'huile doit reposer un certain temps dans le récipient d'essai. On évitera de déplacer ce dernier, en le posant tout de suite à l'endroit où l'essai doit avoir lieu, et on aura soin de le recouvrir d'une plaque de verre.

Quand l'huile contient des traces d'eau, il se produit souvent des décharges bruyantes à des tensions relativement basses, sans toutefois qu'un arc durable ne s'ensuive. Si la quantité d'humidité est insignifiante, elle s'évapore à la chaleur dégagée par les étincelles électriques et l'huile résiste à la suite de l'essai, sans autres percements. Mais si la teneur en eau est trop considérable ou qu'on soit en présence d'impuretés solides, il se produit de nouveaux percements même au bout d'un essai d'isolation prolongé. Etant donné que la rigidité diélectrique de l'huile dépend de nombreux facteurs, en partie mal connus, on s'est abstenu provisoirement de prendre la tension disruptive comme critère des propriétés diélectriques de l'huile. Toutefois, il est probable que, pour un échantillon soumis préalablement à l'essai de tension décrit sous chiffre 5, essai qui semble avoir pour effet de régulariser les propriétés diélectriques des huiles, on obtiendra des valeurs mieux groupées autour d'un chiffre moyen pour la tension de percement. C'est pourquoi, afin de rassembler le plus possible de résultats d'expérience, on recommande de compléter l'essai de rigidité diélectrique défini sous chiffre 5 en continuant à élever la tension à raison de 1 kV par seconde jusqu'au percement de l'huile. La valeur de la tension disruptive ainsi obtenue sera donnée dans le procès-verbal d'essai, mais on n'en tiendra pas compte, pour le moment, en jugeant si une huile est „normale“ ou non.

*ad 6.* On entend par „indice d'acidité“ le nombre de mg de potasse caustique (KOH), nécessaires pour neutraliser 1 g d'huile.

Si le prélèvement de l'échantillon a eu lieu dans l'appareil prêt à fonctionner, on tolère un degré d'acidité de 0,2 à cause de la cuisson à laquelle l'huile a été soumise. Sauf sur ce point unique, l'essai reste identique à celui d'une huile soustraite du fût.

*ad 7.* Sur la demande du commettant, on mettra à sa disposition, dans des éprouvettes scellées, trois échantillons d'huile prélevés successivement avant l'essai et après chacune des deux périodes de 168 et 336 heures durant lesquelles l'huile a été maintenue à la température de 115° C.

### III. Description des méthodes d'essai.

On prélèvera chaque fois, d'une seule et même bouteille, l'échantillon d'huile nécessaire à l'un des essais 1 à 6.

*ad 2.* Si l'on obtient pour la durée d'écoulement deux valeurs différant de plus de deux secondes l'une de l'autre, on devra répéter l'essai.

L'essai de viscosité, d'après Engler, suppose une huile exempte d'impuretés solides.

*ad 3.* Il existe d'autres méthodes que celle décrite pour juger de la façon dont l'huile se comporte aux basses températures. Ces méthodes donnent, il est vrai, des résultats plus précis, mais elles sont en revanche plus compliquées. C'est pour cette dernière raison que l'essai très simple défini sous chiffre 3 a été adopté.

L'expérience a montré que les huiles commerciales se figent soit au-dessus de - 20° C, soit au-dessous de - 30° C. Pour ce motif, la méthode indiquée sous chiffre 3 est censée permettre dans la plupart des cas une distinction simple et sûre entre ces deux catégories d'huiles.

*ad 6a.* On emploiera pour cet essai des récipients en verre d'Iéna, parce que le verre ordinaire peut contenir des substances alcalines plus ou moins solubles à chaud.

*ad 6ba.* On peut aussi déterminer l'indice d'acidité à l'aide de méthodes différentes de celle décrite ici, et qui sont couramment employées dans les laboratoires chimiques. Ces méthodes, dites „gravimétriques“, qui reposent sur la détermination directe du poids de l'huile, sont aussi admissibles.

Lors de la détermination quantitative de la teneur en acides organiques, il faut veiller avec soin à un titrage exact de la solution normale de potasse caustique. Mais on évitera surtout que de l'air chargé d'acide carbonique (air expiré, par exemple) ne pénètre dans les ustensiles d'essai, soit lors du transvasage à la pipette, soit au cours du titrage proprement dit, parce que l'indicateur bleu d'alcali 6B réagit en présence d'acide carbonique.

Il est nécessaire d'employer 100 cm<sup>3</sup> au moins du mélange alcool-benzol, afin de dissoudre complètement les 20 cm<sup>3</sup> d'huile et les acides éventuellement en présence. Avant d'en faire usage, on s'assurera, par des réactions appropriées, que le mélange alcool-benzol est absolument neutre.

Si l'essai 6a a révélé la présence d'acides minéraux, l'essai 6b donne à la fois la teneur en acides minéraux et en acides organiques. Si l'on tient à savoir dans quelles proportions ces deux catégories d'acides coexistent, on peut le déterminer par une des méthodes usuelles.

*ad. 6bβ.* Il faut introduire dans la formule le double du nombre de cm<sup>3</sup> de potasse caustique utilisés, parce qu'on opère le titrage de la moitié seulement de l'alcool employé à extraire l'acide de l'huile.

\* *ad 7.* On peut employer comme bain soit de l'huile, soit d'autres liquides, ou encore appliquer un procédé de chauffage différent, pourvu que les uns et les autres permettent de maintenir la température de l'échantillon à une valeur constante. On aura soin de veiller à ce que le bain transmette, aussi uniformément que possible, la chaleur à tous les récipients d'essai. Si l'on utilise un bain d'huile, il est nécessaire de provoquer artificiellement la circulation de cette dernière.

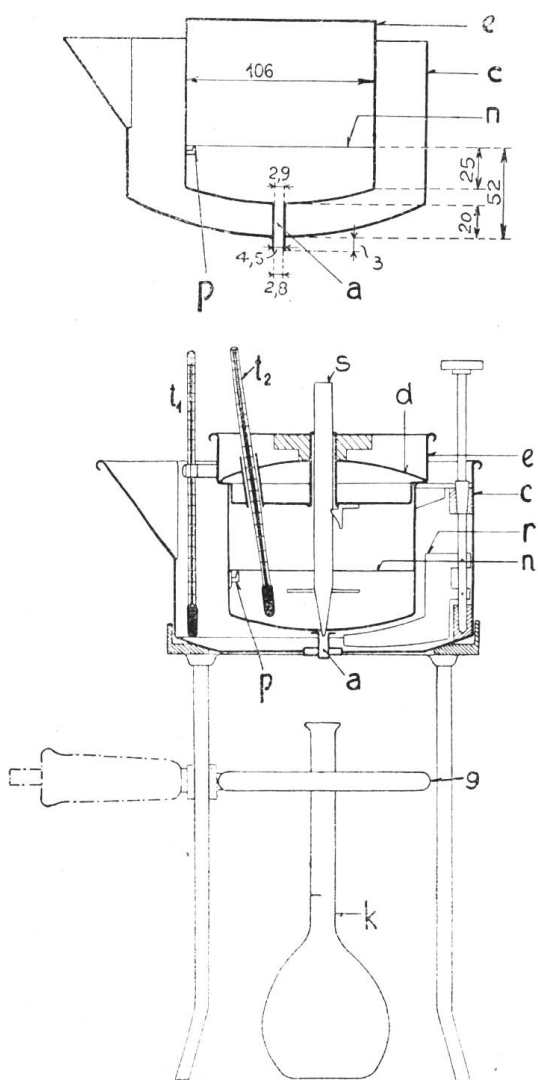


Fig. 1.

Viscosimètre d'Engler.

- c Cuve en laiton pour le bain-marie.
- r Agitateur.
- t<sub>1</sub> Thermomètre indiquant la température de l'eau.
- e Cuve en laiton contenant l'échantillon d'huile.
- d Couvercle de la cuve d'huile.
- p Pointes-repères.
- n Niveau de l'huile.
- t<sub>2</sub> Thermomètre indiquant la température de l'huile.
- a Orifice pour l'écoulement de l'huile.
- k Flacon gradué.
- g Brûleur.
- s Baguette de bois.

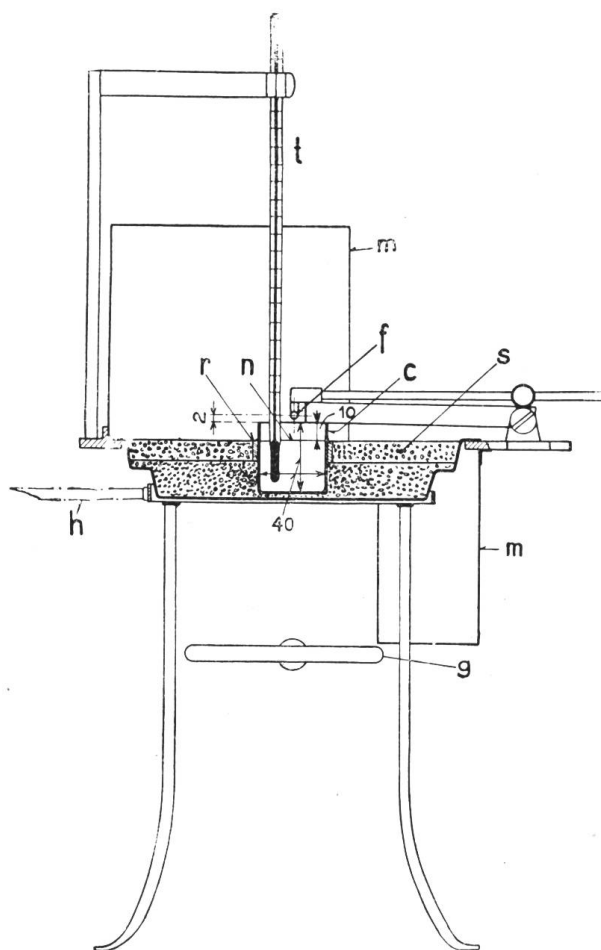


Fig. 2.

Appareil de Marcusson pour la détermination du point d'éclair.

- s Bain de sable.
- c Creuset en porcelaine.
- r Anneau-guide.
- n Niveau d'huile.
- f Flamme-amorce.
- m Ecrans.
- t Thermomètre.
- g Brûleur.
- h Manche.

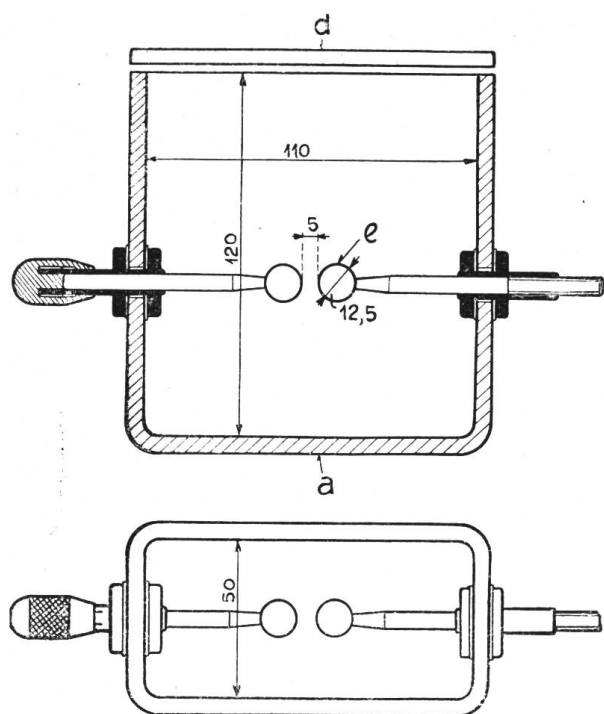


Fig. 3.

Spintéromètre à sphères.

- a Récipient en verre.
- e Electrodes sphériques en laiton.
- d Plaque de verre.

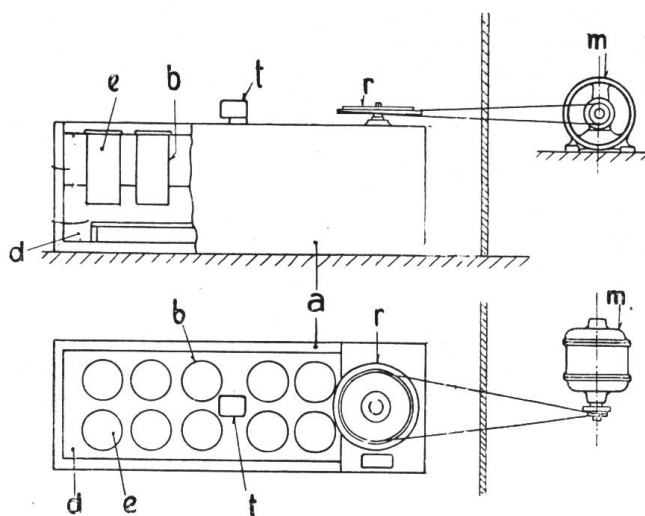


Fig. 4.

Appareil pour le chauffage de l'huile.

- a Etuve.
- d Bain.
- b Récipients d'essai, en tôle de cuivre.
- e Echantillon d'huile.
- t Dispositif de réglage automatique de la température.
- r Système agitateur.
- m Moteur.

## Communications des organes de l'Association.

Les articles paraissant sous cette rubrique sont, sauf indication contraire, *des communiqués officiels du Secrétariat général de l'A.S.E. et de l'U.C.S.*

**Les assemblées de discussion des 2 et 3 avril 1925**, auxquelles nos deux associations avaient été conviées par la voie du Bulletin (No. 2, pages 110 et 111) et au sujet desquelles une communication complémentaire avait paru à la page 167 du Bulletin No. 3, ont compté une participation nombreuse et se sont déroulées conformément au programme.

Le Bulletin publiera les conférences de MM. Bauer, Burri, Ringwald et Schwyzer, présentées à l'assemblée de l'U.C.S. ainsi que celle de M. Dutoit, présentée à l'assemblée de l'A.S.E., que les auteurs ont bien voulu mettre à notre disposition, ainsi que la discussion qui a suivi ces conférences. Les conférences de MM. Brühlmann et Heusser, faites à l'assemblée de l'A.S.E., ont déjà paru au Bulletin No. 2. Le présent Bulletin et celui de mai étant accaparés déjà par la publication des pièces à soumettre aux assemblées générales des 13 et 14 juin, le compte-rendu de l'assemblée de discussion de l'U.C.S. sera publié dans un bulletin spécial, qui paraîtra avant les assemblées générales de cet été.

Le compte-rendu de l'assemblée de discussion de l'A.S.E. ne sera publié qu'au Bulletin No. 6.

**Assemblées générales 1925 (les dames sont cordialement invitées).** Le Service de l'Electricité de la Ville de Lausanne, la Compagnie Vaudoise des forces motrices des Lacs de Joux et de l'Orbe ainsi que la Société anonyme l'Energie de l'Ouest-Suisse (E.O.S.) nous ont aimablement invité à tenir cette année les assemblées générales de nos deux associations à Lausanne, les 13 et 14 juin. Des excursions auront lieu les 15 et 16 juin. Toutes autres communications relatives aux ordres du jour des assemblées, aux programmes des excursions, etc. paraîtront au Bulletin de mai.

**Jubilaires de l'U.C.S.** A l'assemblée générale de l'U.C.S., le 13 juin 1925 à Lausanne, des diplômes seront remis comme de coutume aux fonctionnaires, employés et ouvriers ayant accompli 25 années de service dans la même entreprise. Les centrales sont priées d'indiquer les noms, prénoms et fonctions de ces employés, jusqu'au 15 mai, au secrétariat général de l'A.S.E. et de l'U.C.S., Seefeldstrasse 301, Zurich 8.

**Fournisseurs de lampes à incandescence.** Nous informons les membres de l'U.C.S. que les fabri-