

2.1 Caractéristiques des huiles minérales :

- **Caractéristiques électriques**

1- Conductivité et facteur de pertes diélectriques

2- Rigidité diélectrique

Caractéristiques de service

1- Solubilité des gaz

2- Solubilité de l'eau

3- Acidité et couleur

4- Stabilité à l'oxydation

6- Stabilité électrique aux décharges partielles

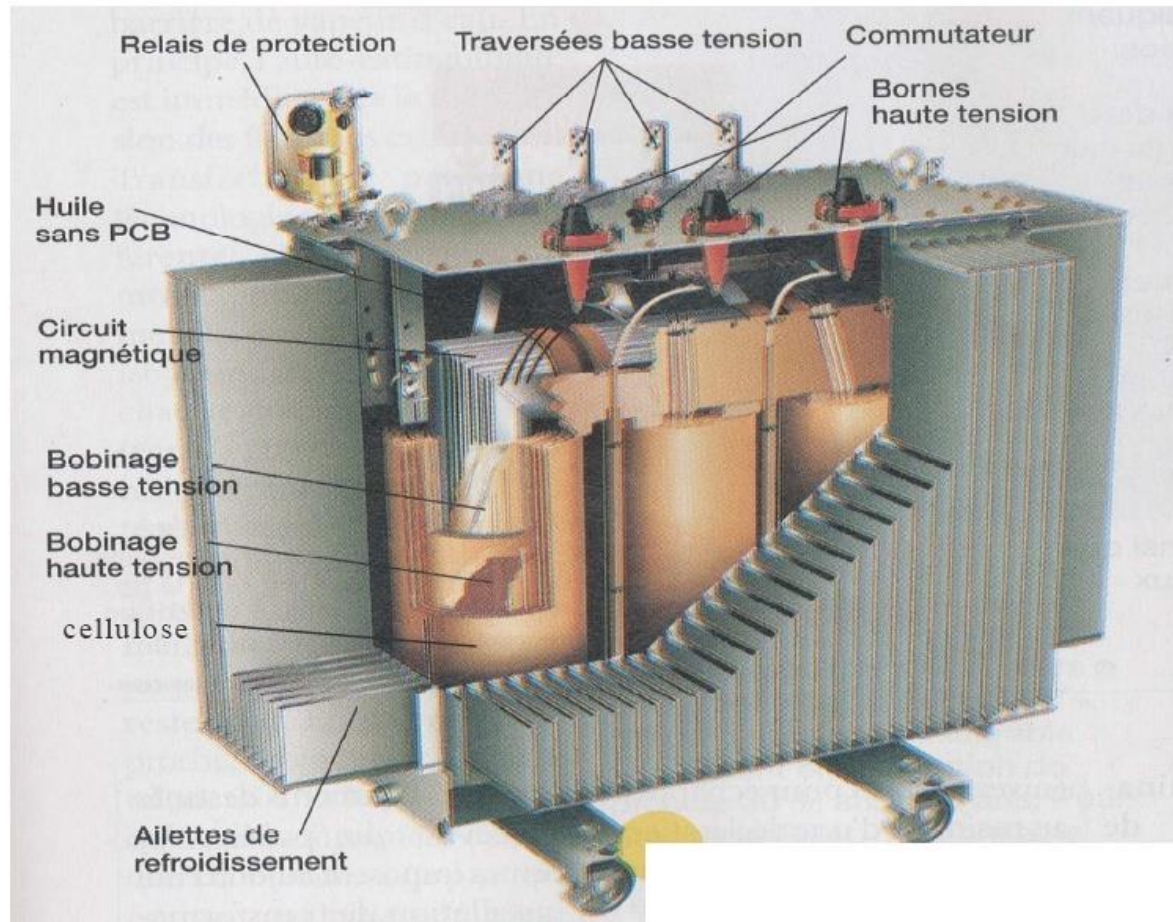
2.2 Borak 22

Essais sur l'huile neuve

- Essais diélectriques
- Essais physico-chimiques

Essais de vieillissement thermique de l'huile

- températures de vieillissement: 80°C et de 120°C.
- durée de vieillissement: 5000 heures.



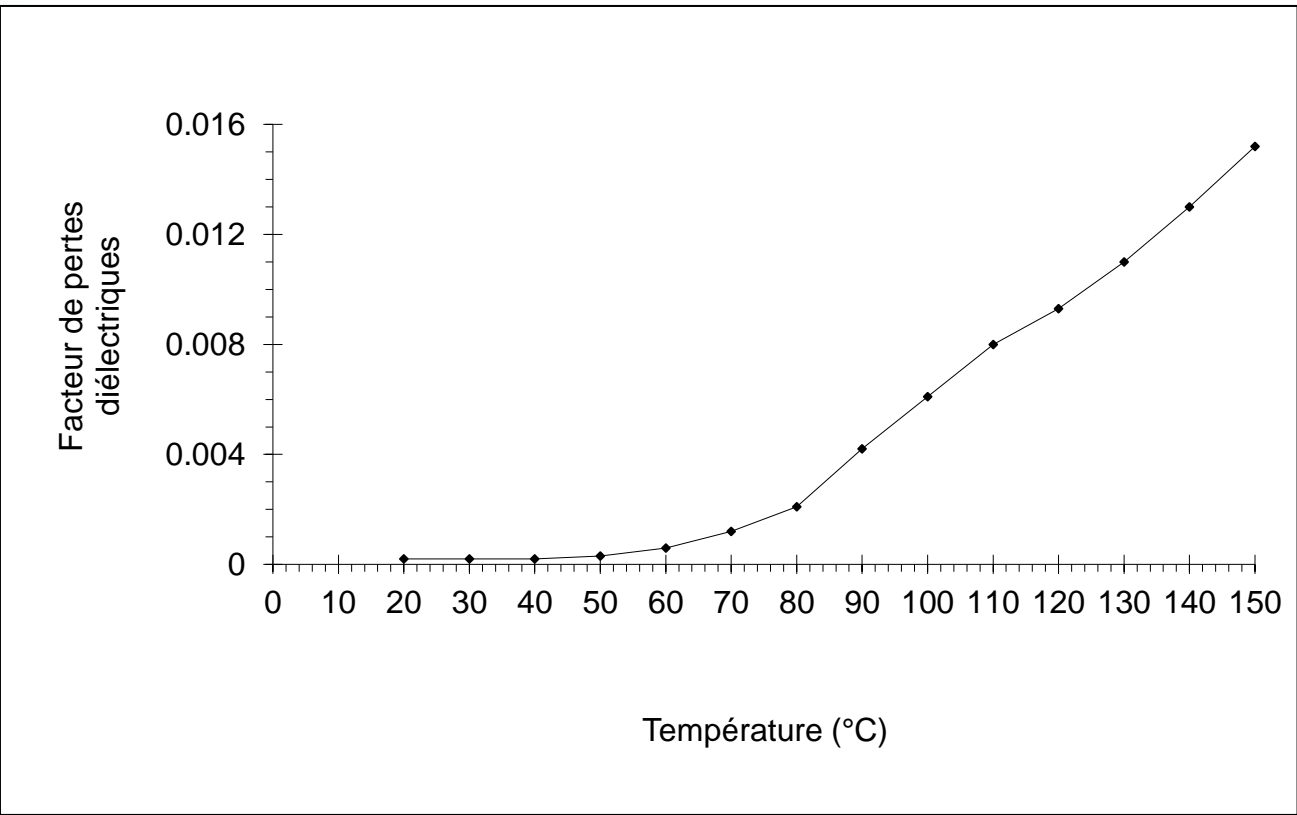
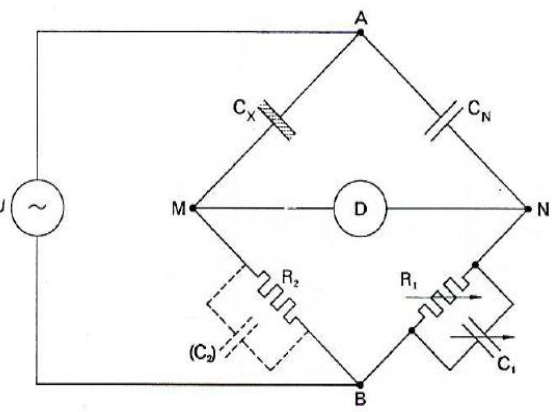
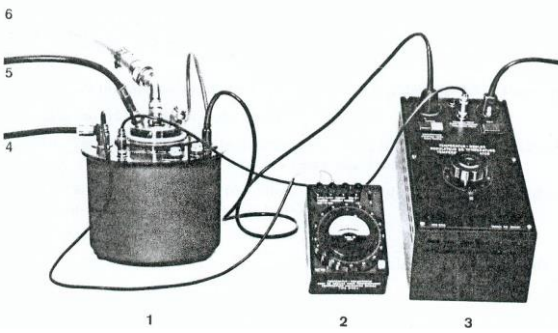
2.2 Borak 22 - Propriétés

Propriétés électriques	Unité de mesure	Exigence de la norme huile neuve	Norme	Valeur mesurée
Tension de claquage après repos	kV	> 70	CEI 156	38,8 - 72
Facteur de dissipation diélectrique à 90°C tgδ		≤ 5,00 E-03	CEI 247	0,87 E-03
Propriétés physiques				
Aspect		Limpide et exempte de matière solide	CEI 296	Limpide
Viscosité cinématique à 40°C	mm ² /s	< 11	ISO 3104	6,940
Point d'éclair	°C	> 130	ISO 2719	137
Densité		< 8,95 E-01	ISO 12185	8,57 E-01
Propriétés chimiques				
Indice d'acidité	mg KOH/g	< 3,00 E-2	CEI 296	(2,00 – 5,8) E-02
Teneur en Eau	ppm	< 30	CEI 814	
Indice de couleur	ppm	< 02	ASTM D 1500	< 0,5
Indice de réfraction				1,474

1/ PROPRIÉTÉS DE L'HUILE NEUVE

Facteur de pertes diélectriques ($\text{tg}\delta$)

(Pont schering)



Variation du facteur de pertes diélectriques en fonction de la température

Rigidité diélectrique



Vue d'ensemble

Spintermètre, (SKMK-Blida)



cellule

A l'état neuf, toutes les huiles ont généralement une rigidité diélectrique comprise entre 220 et 380 kV/cm.

La valeur de la tension de claquage de l'huile BORAK 22 neuve est de 63 kV. Elle correspond à une valeur de la rigidité diélectrique de 282,2 kV/cm.

Cette valeur correspond au rapport tension – distance interélectrode, multiplié par le coefficient géométrique qui est de l'ordre de 1,12.

Acidité

L'indice d'acidité de l'huile neuve utilisée est compris entre 0,02 et 0,058 mg KOH/g d'huile (**mesure avec Titrage par KOH**) .

L'indice de 0,058 est important, et reflète l'existence de composés organiques acides inhérents à la constitution chimique de l'huile, et à un mauvais conditionnement de cette huile.

Teneur en eau

La mesure de la teneur en eau de l'huile neuve étudiée a donné une quantité d'eau de 30 p.p.m (**mesure avec Karl Fischer**)

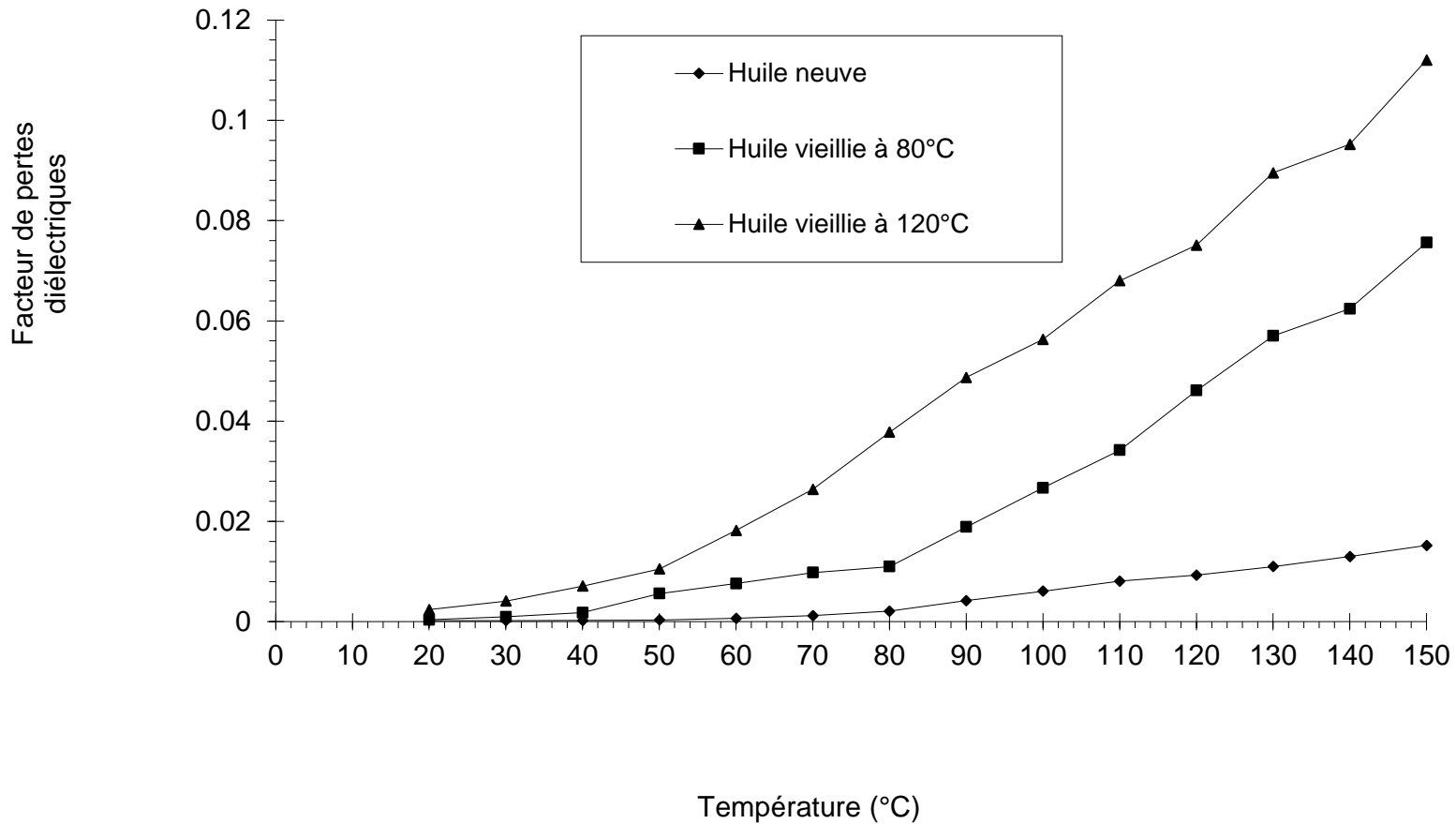
Couleur

L'indice de couleur de l'huile neuve est compris entre 0,5 et 1.5 (**mesure avec colorimètre**)



Viscosité cinématique

La viscosité cinématique, mesurée à 40°C est comprise entre 6,94 et 12.54 mm²/s



Variation du facteur de pertes diélectriques en fonction de la température avant et après vieillissement thermique de 5000h

Etat de l'huile	Tension de claquage (kV)	Rigidité diélectrique (kV/cm)
Neuve	63	282,2
Vieille à 80°C	62	277,8
Vieille à 120°C	58	260,2

Tension de claquage

Etat de l'huile	Indice d'acidité (mg KOH/g)
Neuve	0,058
Vieille à 80°C	0,280
Vieille à 120°C	0,56

Indice d'acidité

Etat de l'huile	Teneur en eau (p.p.m)
Neuve	38
Vieille à 80°C	41
Vieille à 120°C	46

Teneur en eau

Etat de l'huile	Indice de couleur	Couleur
Neuve	1,5	Blanc crème
Vieille à 80°C	2,5	Citron extra pâle
Vieille à 120°C	3,5	Orange extra pâle

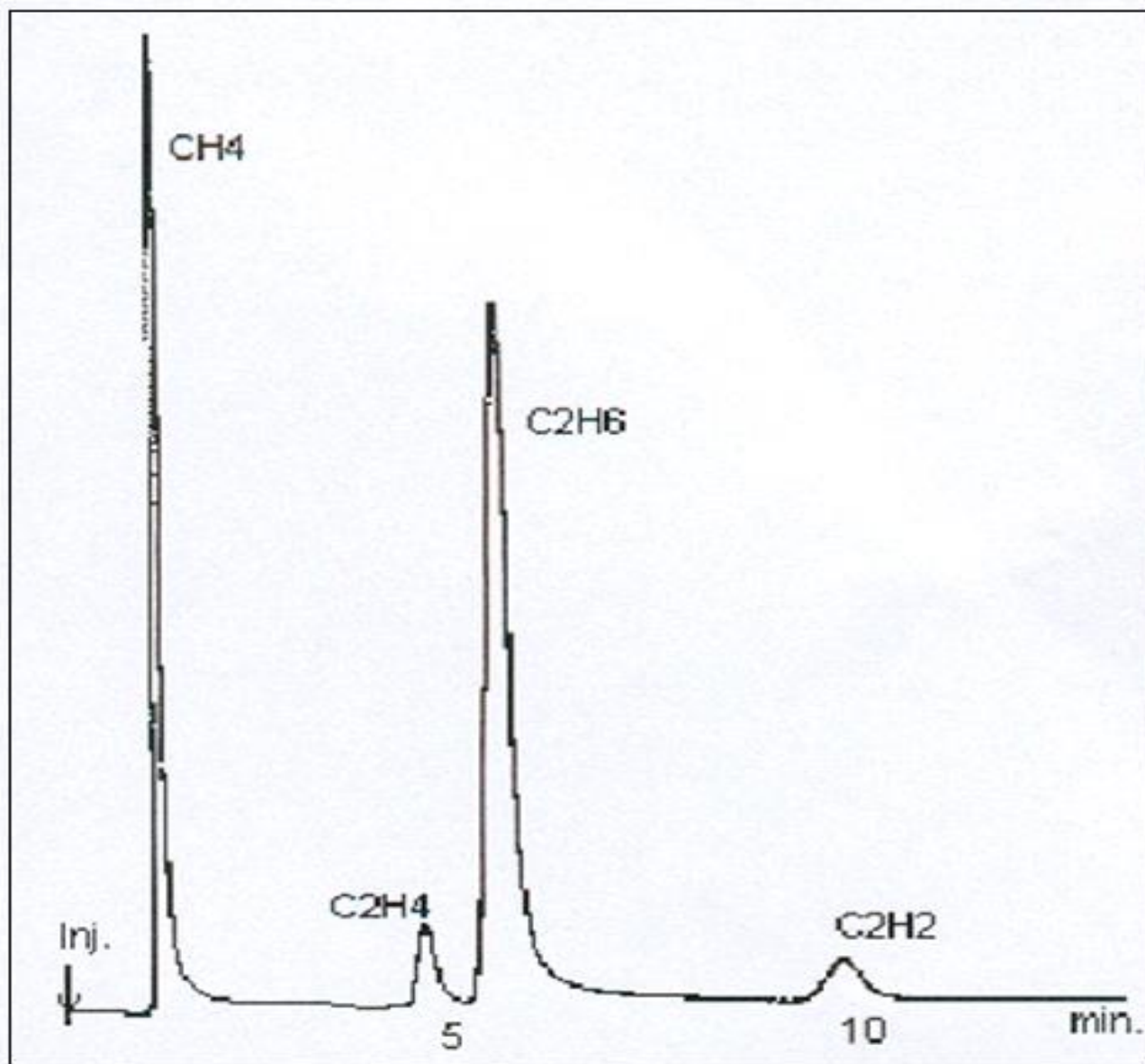
Indice de couleur

Etat de l'huile	Viscosité cinématique (mm ² /s)
Neuve	10,95
Vieille à 80°C	10,91
Vieille à 120°C	10,90

Viscosité

Analyse des gaz dissous (mesure par le chromatographe)

Défauts	Gaz détectés	Gaz clé
Arcs électriques	Formation de grandes quantités d'hydrogène et d'acétylène, avec de petites quantités de méthane et d'éthylène. Il peut y avoir également formation de CO et CO ₂ s'il y a de la cellulose à l'endroit du défaut.	Acétylène
Décharges partielles (Corona)	Les décharges de faible énergie produisent de l'hydrogène et du méthane, avec de petites quantités d'éthane et d'éthylène. Des quantités comparables de CO et CO ₂ peuvent provenir de décharges dans la cellulose	Hydrogène
Surchauffe de l'huile	Les produits de décomposition sont l'éthylène et le méthane, avec de petites quantités d'hydrogène et d'éthane. Des traces d'acétylène peuvent être produites si la surchauffe est sévère ou si un contact électrique intervient dans le défaut.	Ethylène
Surchauffe de la cellulose	Formation de grandes quantités de CO et CO ₂ . Si le défaut a lieu dans une structure imprégnée, du méthane et de l'éthylène sont également formés.	Monoxyde de carbone



Séparation de: CH₄, C₂H₆, C₂H₄ and C₂H₂

L'augmentation du nombre de claquages électriques, jusqu'au 6000 claquages, sur un échantillon d'huile minérale neuve à la température ambiante ne dégrade pas l'état de l'huile. Tous les paramètres physiques, chimiques et électriques gardent des valeurs admissibles selon les recommandations de la norme qui régit une huile neuve (CEI 296).

La combinaison entre le nombre de claquages électriques et l'augmentation de la température de fonctionnement dégrade considérablement les caractéristiques de l'huile. Au-delà d'une certaine valeur, la température est un facteur plus critique que le nombre de claquage dans la dégradation de l'huile isolante.

Toutefois, aux premiers claquages, ces deux facteurs améliorent la rigidité de l'huile grâce à l'élimination de l'humidité contenue dans cette dernière.

Le vieillissement thermique affecte considérablement les propriétés de l'huile de transformateur, ce qui risque d'engendrer la dégradation des matériaux solides imprégnés, de favoriser les phénomènes de conduction et conduire à des claquages pouvant mettre hors usage l'équipement de haute tension.

Régénération de la Borak22

Essais faits dans les cas de l'huile neuve, usagée et régénérée, dans les laboratoires de la SONELGAZ/Hamma et de l'ENICAB/Gué de Constantine (1997).

L'huile usagée a été prélevée de transformateurs de plus de 3kV après une durée d'exploitation d'au moins 5 années. Cette huile est filtrée puis dégazée avant les mesures.

L'huile régénérée a été obtenue selon le procédé de régénération acide-terre, composé des sept étapes suivantes:

- L'huile est filtrée puis dégazée afin d'éliminer les impuretés mécaniques;
- L'huile, ainsi prétraitée, est attaquée à l'acide sulfurique 95% à raison de 5% en volume, puis
agitée pendant 20 minutes;
- A l'issue d'une décantation de 24 heures, on obtient un dépôt de boues acides et une huile
acidifiée;
- L'huile acidifiée est neutralisée avec de la potasse (KOH);
- L'huile obtenue est attaquée à la bentonite déshydratée à raison de 30% en masse;
- On laisse décanter une seconde fois;
- Enfin, on effectue un filtrage qui sépare les boues huileuses de l'huile régénérée.