

**Zeitschrift:** Technique agricole Suisse  
**Herausgeber:** Technique agricole Suisse  
**Band:** 44 (1982)  
**Heft:** 2

**Artikel:** La fabrication de lubrifiants et la régénération des huiles usées  
**Autor:** Clémençon, H.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1083569>

#### 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:** 05.02.2026

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

## La fabrication de lubrifiants et la régénération des huiles usées

H. Cléménçon, ingénieur chimiste ETS, LFEM, Dübendorf

### 1. Le traitement de l'huile brute

#### 1.1 Introduction

L'huile brute est transformée dans des raffineries en une multitude de produits pétroliers dont on connaît actuellement environ 5000 variétés. Ils ne sont pas tous fabriqués dans chacune de ces raffineries; certaines d'entre elles se limitent aux produits essentiels tels que les gaz, la benzine, les gasoils et les huiles lourdes à brûler. Le programme de fabrication d'autres raffineries disposant d'installations annexes appropriées est plus diversifié; à part la préparation des produits principaux mentionnés, il peut s'étendre à celle d'essences spéciales, d'essences-aviation, de carburants pour moteurs à réaction, d'huiles et graisses lubrifiantes, de paraffines, de kérósène et de bitumes. Le réglage et le contrôle des processus qui se déroulent dans ces usines dépendent d'instruments de mesure et de commande compliqués, et les interventions de l'homme ne consistent qu'en prises de décisions et directives et à surveiller la marche des opérations et l'entretien des installations. Les raffineries sont donc des entreprises fortement automatisées dont la construction exige des investissements considérables. C'est ainsi que chaque poste de travail d'une raffinerie peut coûter aujourd'hui jusqu'à un million de francs.

D'une façon générale, le raffinage consiste à appliquer quatre procédés qui permettent de séparer les divers composés carbonés de l'huile brute, d'épurer les produits obtenus et de les convertir finalement en essences, huiles à brûler, etc. en transformant et modifiant les molécules de la matière première. Une vue d'ensemble sur les produits pouvant être dérivés lors du

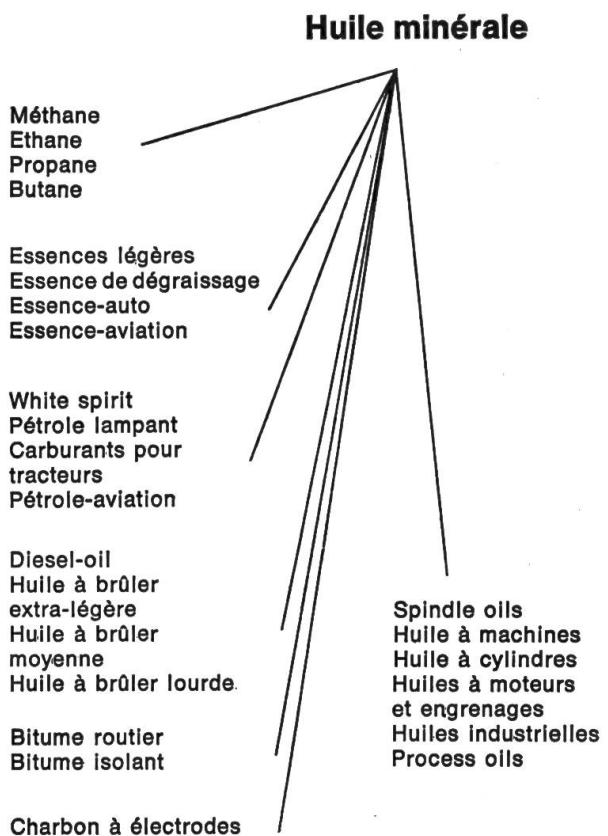


Fig. 1

traitement de l'huile brute est représentée dans la Fig. 1.

#### 1.2 La distillation

Lors de la distillation, les divers composés carbonés de l'huile sont séparés par voie physique en groupes, sections et fractions selon la grandeur de leurs molécules. Chacun des ces composés a un point d'ébullition différent à partir duquel ils passent de l'état liquide à l'état gazeux. La gamme de ces points d'ébullition des composés carbonés va d'environ  $-160^{\circ}\text{C}$  à bien au-dessus de  $600^{\circ}\text{C}$ . Pendant la distillation (l'assortiment), l'huile brute chauffée à une température approximative de  $350^{\circ}\text{C}$  dans

## Schéma d'une installation de distillation

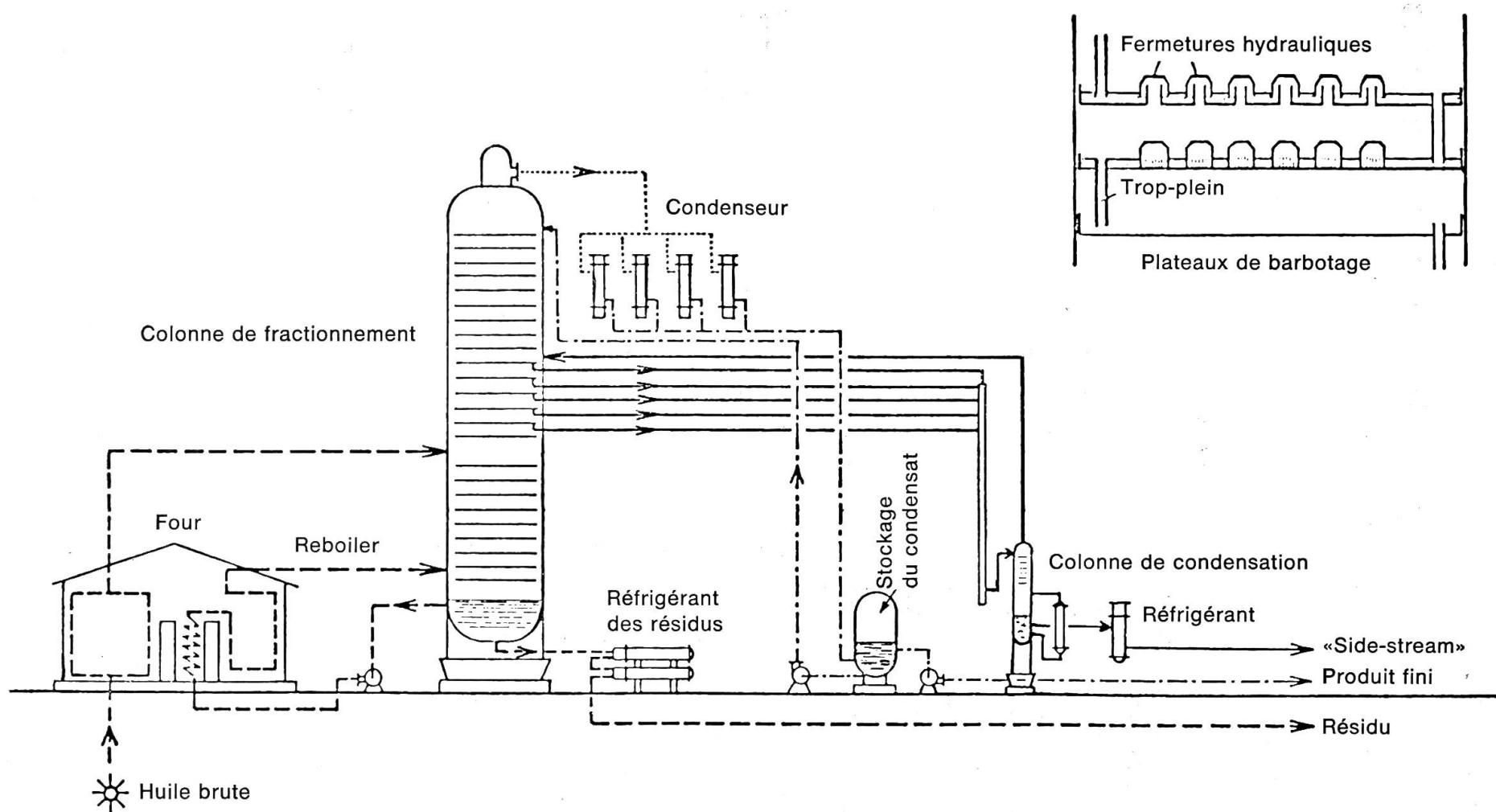


Fig. 2

des échangeurs de chaleur et un four tubulaire est transférée sous forme d'un mélange de vapeur-liquide dans une tour où il règne une pression atmosphérique normale et qui est subdivisée en étages par des planchers perforés. La température intérieure est plus élevée dans le bas que dans la partie supérieure. Les fractions vaporisées s'élèvent, se refroidissent et se liquéfient à nouveau en atteignant certains étages. Ce procédé ne fournit cependant que des mélanges de substances multiples qui ne correspondent généralement pas aux exigences qualitatives du marché et doivent par conséquent être raffinés dans d'autres installations dont le fonctionnement ressort du schéma représenté dans la figure 2.

### 1.3 Le raffinage

La phase finale de la transformation de l'huile brute consiste en processus de raffinage ou de purification. Il n'existe guère de produits qui quittent la raffinerie sans être soumis préalablement à des traitements de ce genre. Les plus importantes installations de raffinage modernes comportent un «hydrofiner» qui libère les essences, les carburants à réaction, les Diesel-oils et les huiles à brûler légères d'im puretés indésirables au moyen d'applications d'hydrogène. Dans l'hydrofiner à gas-

oil, du gasoil (soit de l'huile à brûler extra-légère additionnée de carburant Diesel) et du gaz riche en hydrogène sont d'abord chauffés séparément dans le four tubulaire et puis mélangés et transférés dans un réacteur contenant un additif en forme de barrettes. Les atomes de soufre provenant des molécules de gaz sulfureux s'y combinent avec l'hydrogène et forment de l'acide sulfhydrique. Le gasoil purifié, l'acide sulfhydrique produit et le reliquat d'hydrogène passent alors à travers une tour de séparation, et le gasoil coule dans des citernes de stockage. L'hydrogène retourne au point de départ du système, tandis que l'acide sulfhydrique est converti en soufre pur dans une installation additionnelle: le four Claus. La figure 3 indique les parties constitutantes indésirables de l'huile brute qu'il s'agit d'éliminer par raffinage.

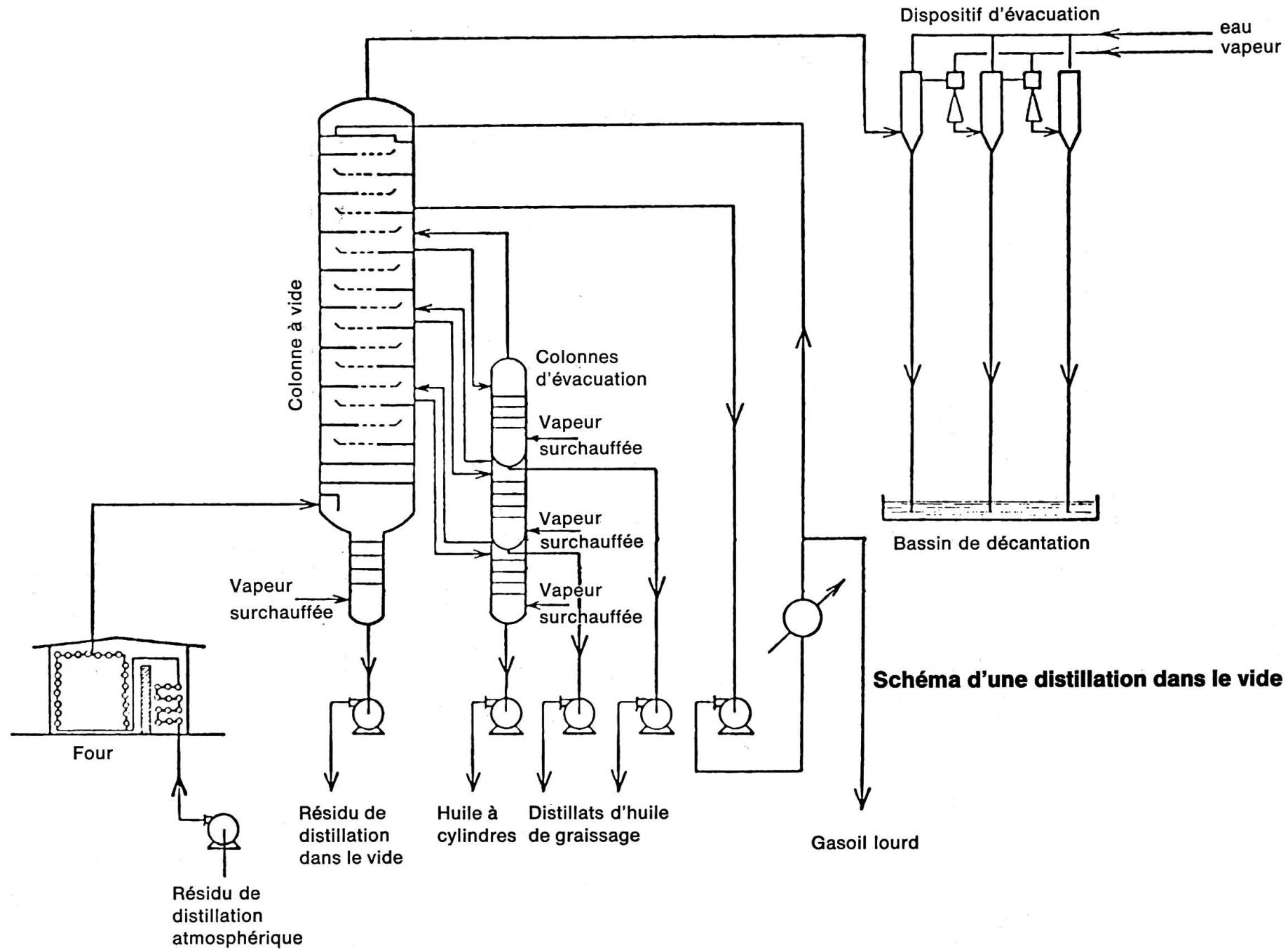
### 1.4 Le réformage

Le réformage est un procédé qui permet d'améliorer la qualité de l'essence; il est devenu très important surtout pendant les années soixante. Il consiste à transformer des hydrocarbures d'hydrogène paraffiniques et naphténiques en aromates faisant preuve d'une résistance à la détonation très élevée.

Fig. 3

#### Eléments indésirables des distillats obtenus par distillation atmosphérique des huiles minérales

Élément	Effet	Elimination
Combinaisons acides (acides organiques, acide sulfhydrique)	Corrosion et réduction de la stabilité au stockage	Lessivage alcalin
Mercaptanes	Odeur, corrosion	Lessivage au plombite de soude, à l'hypochlorure et au chlorure de cuivre
Combinaisons sulfurées de tous genres	Corrosion par produits de combustion	Raffinage hydrogénant
Combinaisons sensibles à l'oxygène de tous genres (par ex. des oléfines)	Réduction de la stabilité au stockage	Raffinage à l'hypochlorure ou au chlorure de cuivre Raffinage hydrogénant



L'essence lourde libérée de composés sulfureux dans l'hydrofiner est additionnée d'un gaz circulant riche en hydrogène avant d'être portée à une température d'environ 500° C dans un réchauffeur et transférée dans une série de réacteurs dans lesquels a lieu une transformation moléculaire accélérée au moyen d'un catalyseur. Après avoir quitté le dernier réacteur, le nouveau produit (désigné par le terme de «réformat») ainsi que les constituants gazeux ajoutés passent dans un séparateur de gaz où l'hydrogène libéré par la réaction est éliminé.

Ce procédé permet de transformer de l'essence de distillation à indice d'octane très bas — et par conséquent inutilisable pour des moteurs modernes — en carburants de haute valeur à indices d'octane supérieurs à 90 qui répondent à toutes les exigences.

## 1.5 Le craquage

Le craquage a pour effet de désintégrer et rapetisser des grandes molécules d'hydrogène carburé et de modifier leur structure quantitative. La désintégration des molécules, que l'on évite pendant les opérations de distillation, est désignée par le terme de craquage — dérivé du terme technique anglais «cracking» ou «brisement» — est maintenant en usage pour obtenir d'autres combinaisons, soit des composants de carburants à indice d'octane élevé et des oléfines gazéiformes fournissant des matières premières pétrochimiques. Ces installations ont l'avantage de permettre de transformer des parts trop abondantes d'essences ou de gasoil en d'autres catégories plus en demande.

On se sert aujourd'hui des procédés de craquage suivants:

- du craquage thermique,
- du craquage catalytique à lit fluide et
- du craquage à la vapeur.

## 2. La fabrication d'huiles de graissage

### 2.1 La distillation dans le vide

Le résidu resté dans la tour, qui contient toutes les parties constitutantes de l'huile brute à point d'ébullition dépassant 360° C, ne peut pas être vaporisé à nouveau en le soumettant à une température supérieure. Cela causerait non seulement une destruction par craquage thermique des hydrocarbures qui se désagrègeraient en hydrocarbures insaturés, mais aussi une élimination de coke. C'est pourquoi on a alors recours à un truc en distillant le résidu en question dans le vide.

Cette solution permet de profiter d'un fait relevant de la physique selon lequel tout liquide bout déjà à des températures très basses sous l'effet d'une pression atmosphérique réduite; c'est ainsi que, par exemple, à l'altitude du Mont Everest, l'eau bout à environ 65° C au lieu de 100° C. On pompe donc le résidu chaud de la tour atmosphérique dans une deuxième tour de fractionnement où règne une pression atmosphérique abaissée à 40–70 millibars. Dans cette «tour à vide» ou, plus correctement, à vide partiel, une partie des résidus s'évapore. Les fractions se condensent alors sur les plateaux intermédiaires et peuvent être soutirées sous forme d'huiles de graissage. En tant que produit de tête, on obtient un gasoil lourd (ou gasoil «à vide») et, comme produit de soutirage latéral, du spindle oil léger et lourd ainsi que de l'huile à machines légère et lourde (Fig. 4)

Un résidu non vaporisable s'amasse également dans la tour «à vide». Il peut être traité dans une deuxième tour où règne un vide plus poussé, mais, quoiqu'on fasse, on ne parviendra pas à distiller intégralement de l'huile brute, car elle contient toujours une fraction non vaporisable dont le taux varie énormément selon la provenance de la matière première: c'est le bitume.

Fig. 5

**Eléments indésirables des distillats obtenus par distillation dans le vide (huiles de graissage)**

Élément	Effet	Méthode d'élimination
Acides, par exemple des acides naphténiques	Corrosions Réduction de la stabilité au stockage	par traitement à l'alcali pendant la distillation ou après le raffinage acide
Résines et asphalte	Réduction de la stabilité au stockage et des propriétés lubrifiantes	Par raffinage acide traitement à l'argile absorbante, précipitation sélective ou raffinage hydrogénant
Paraffines	Réduction de la fluidité par températures basses	Par refroidissement et séparation des paraffines par filtration
Combinaisons sulfurées	Corrosions, mauvaises odeurs, réduction de la stabilité au stockage	Par raffinage acide ou hydrogénant
Combinaison instable	Accentuation de la tendance au vieillissement	Raffinage acide ou hydrogénant
Aromates	Mauvaise odeur Réduction de la stabilité au stockage, insalubrité	Extraction de solvants résiduaires

**2.2 Le raffinage des huiles de graissage**

Ces huiles sont obtenues tout d'abord dans la tour à vide comme cela vient d'être décrit. Dans ce cas également, les distillats ne sont généralement pas utilisables avant d'avoir subi des épurations et transformations ultérieures.

Les parties constituantes indésirables des huiles de graissage et les méthodes applicables à leur élimination sont énumérées dans la Fig. 5.

A part les impuretés comparables à celles affectant des distillats atmosphériques, il existe dans les huiles de graissage aussi des éléments qui apparaissent en quantités gênantes uniquement dans des distillats qui doivent être traités dans le vide à cause de leur point d'ébullition élevé. Il s'agit là de résines et de substances asphaltiques ainsi que de paraffines. Le raffinage de produits distillés dans le vide diffère nécessairement de celui des essences.

Il convient toutefois d'ajouter ici que les délimitations d'emploi des divers procédés ne sont pas aussi rigides que l'on pourrait croire. C'est ainsi que toute une série de procédés préconisés tout d'abord pour la

production de lubrifiants se sont aussi avérés parfaitement utilisables pour le raffinage de carburants et vice versa. La distinction originale est cependant justifiée par le fait que les lubrifiants semi-liquides soulèvent d'autres problèmes que les carburants. En résumé, on peut dire que le raffinage des huiles de graissage consiste surtout en une élimination d'ingrédients nuisibles. La question de savoir lequel des procédés décrits plus haut devrait être adopté de cas en cas dépend à la fois de l'huile brute et de la qualité souhaitée des raffinats. Mais tous les procédés ont en commun un même objectif, soit l'élimination ou la destruction de quantités minimes de substances indésirables. Le caractère du raffinat et ses possibilités de mise en œuvre dépendent encore essentiellement du type de l'huile brute utilisée. Le matériel de départ consacré à la fabrication d'huiles de graissage consiste en composés d'un poids moléculaire moyen et d'une viscosité moyenne qui se situent entre les parts de l'huile minérale à bas point d'ébullition et le bitume. Ils sont séparés en fractions au cours de la distillation dans le vide et moyennant trois ou quatre coupes de distillation. On

détermine déjà lors de cette distillation quelques propriétés fondamentales telles que le degré de viscosité, la largeur de coupe et le point d'inflammation. C'est pourquoi la distillation dans le vide d'huiles de graissage de base en tant que produits principaux doit être dirigée en sorte d'obtenir des propriétés optimales; des coupes «étroites» sont particulièrement désirables. Diverses propriétés dépendent de la nature de l'huile minérale disponible et ne peuvent pas être influencées. C'est surtout le cas pour le rapport entre les substances parafiniques et les naphtes hydrocarbonés, soit les porteurs des propriétés lubrifiantes. Selon la prépondérance de l'un ou de l'autre de ces facteurs, on fait une distinction entre les huiles à base paraffinique et celles à base naphténique. La teneur originale en aromates, paraffines solides et combinaisons sulfurées ne peut pas non plus être influencée. Les huiles à base de paraffine prédominent parce qu'elles sont disponibles en grandes quantités et s'accordent par conséquent particulièrement bien avec la demande considérable d'huiles à moteurs. Les huiles à base de naphte présentent des avantages (par exemple en vue de leurs points de congélation très bas), mais leur offre est restreinte.

**Fig. 6  
Buts des divers procédés de raffinage**

Extraction par solvant	Réduit la teneur en aromates Conséquences: meilleur VI, couleur plus claire, meilleure stabilité à l'oxydation
Déparaffinage	Abaisse la température de trouble et le point de congélation
Raffinage hydrogénant (acide sulfurique / terre décolorante)	Améliore encore plus la stabilité à l'oxydation et la couleur Elimination de combinés actifs d'aromates, de soufre et d'azote
Désasphaltage	Elimine des asphaltènes et parts à poids moléculaire élevé

Les huiles lubrifiantes sont utilisées pour le graissage de machines et de moteurs en tant qu'huiles industrielles. Le mode de préparation des huiles de graissage décrit plus haut ne suffit cependant plus en certains cas et doit être complété par des interventions plus poussées, comparables à celles qui représentent le craquage de l'essence. On a recours à des huiles de ce genre en des cas où une constance thermique élevée, une stabilité à l'oxydation et une combustion exempte de résidus des huiles à moteurs importent beaucoup.

La Fig. 6 donne une vue d'ensemble sur les procédés de raffinage en usage aujourd'hui et indique leurs buts respectifs.

### 2.3 Les produits

La distillation dans le vide produit trois fractions de coupe (distillats) et un résidu. Les huiles correspondantes sont ensuite soumises aux processus de raffinage décrits plus haut qui fournissent selon leurs degrés de raffinage respectifs les produits finis suivants:

*de bonne et de très bonne qualité:*  
huiles neutres  
(huiles de base ou fondamentales)  
du bright stock  
(huile résiduaire à haute viscosité)

**Fig. 7  
Propriétés des huiles neutres**

- inaltérables au vieillissement  
(stables à l'oxydation)
- structure paraffinique
- bonne viscosité / bonnes propriétés thermiques
- index de viscosité de 95–110
- absence de cendres
- indice de cokéfaction très bas
- neutres
- pouvoir séparateur envers l'eau
- couleur claire
- sans effet de gonflement sur le caoutchouc et les joints étanches
- non toxiques

*de qualité moyenne à bonne:*

des spindle oils  
des huiles à machines  
des huiles à cylindres

*sous-produits:*

des paraffines  
des extraits aromatiques.

Les huiles neutres et le bright stock, qui subissent aujourd'hui généralement tous les processus de raffinage, contribuent aussi à la fabrication d'huiles industrielles de haute qualité telles que les huiles à moteurs et à engrenages. Les propriétés des produits de ce genre sont indiquées dans la Fig. 7.

On a souvent recours à des spindle oils et des huiles à machines lors de la fabrication d'huiles et graisses pour l'usinage des métaux. Mais elles peuvent aussi servir d'huiles convenant pour certains procédés ou pour graisser des agrégats non critiques. C'est aussi le cas pour les huiles à cylindres foncées.

### **3. La fabrication de graisses lubrifiantes**

Toute description du traitement industriel de l'huile brute serait incomplète si elle ne tenait pas compte de la préparation des graisses lubrifiantes. La cuisson des graisses ne fait cependant plus partie du raffinage, car la matière première consacrée à la fabrication des graisses lubrifiantes consiste en huiles déjà complètement raffinées. Tout d'abord, quelques explications sur la nature des graisses en question: comme leur nom l'indique, elles consistent en une masse graisseuse que l'on applique partout où de l'huile lubrifiante n'adhérerait pas à la longue.

Des endroits de ce genre exigent l'emploi de lubrifiants assez visqueux pour qu'ils ne s'écoulent pas prématurément, mais se liquéfient au cours de leur sollicitation. Dans le temps, on avait surtout recours à des graisses animales telles que du suif ou du

saindoux. Dès la découverte des propriétés avantageuses des huiles minérales, on s'est efforcé de trouver une possibilité de les asservir au graissage de machines. La solution était claire: il suffirait de les épaisser. On découvrit bientôt qu'un épaississement obtenu par une adjonction de savons donnait d'excellents résultats, et on est resté là en dépit de nombreuses recherches et essais.

On se servait surtout de savons alcalins ou à base alcaline-terreuse obtenus en traitant soit l'huile grasse même ou des acides gras dérivés de cette huile par un traitement basé sur un emploi d'hydroxydes métalliques appropriées. Ces traitements produisent respectivement du savon et de la glycérine ou du savon et de l'eau.

Lors de la fabrication, on dissout l'huile grasse ou l'acide gras dans l'huile minérale et saponifie ce produit dans des chaudières à agitateurs ouvertes ou fermées (autoclaves) en ajoutant de la lessive alcaline. La qualité de la graisse lubrifiante obtenue de cette façon dépend surtout de la température, de la durée de refroidissement et de l'intensité de brassage. C'est que les graisses lubrifiantes ne sont pas simplement des mélanges de savon et d'huile, mais représentent des systèmes chimico-physiques compliqués. On peut se représenter le savon comme une sorte d'éponge qui renfermerait de l'huile dans ses pores. Grâce à cette structure, le pouvoir lubrifiant d'une graisse est déterminé non seulement par l'huile absorbée, mais aussi, et en forte mesure, par le savon.

En tant que métaux de saponification, on utilise surtout du sodium, du calcium et du lithium. Les graisses au sodium, aussi désignées par le terme de graisses sodiques, ont une température de suintement particulièrement élevée, mais sont facilement détruites par un contact avec de l'eau. Les graisses calciques sont résistantes à l'eau mais ont des températures de suintement inférieures à 100° C. Les graisses lithinées réunissent les avantages que présentent les

graisses sodiques et calciques, et sont donc d'une utilité plus étendue, mais coûtent aussi plus cher. On emploie parfois des combinaisons telles que celles de types lithiniques et sodiques par exemple.

Les fabricants de graisses lubrifiantes ont recours à presque toutes les graisses végétales et animales ainsi qu'à des huiles grasses. A part cela, on utilise aussi les acides gras dérivés de ces graisses ainsi que certains produits synthétiques tel que l'acide 12-oxistéarique qui a beaucoup gagné en importance dans la fabrication des graisses lubrifiantes. L'influence des composants gras sur les propriétés du produit fini est très inférieure à celle des métaux cités.

Le processus de fabrication comporte les sept phases énumérées dans la Fig. 8.

Fig. 8  
**Les sept phases de la fabrication des graisses lubrifiantes**

1. Cuisson du savon
2. Déshydratation
3. Fusion (dilution) du savon
4. Refroidissement
5. Adjonction d'additifs
6. Homogénéisation
7. Emballage

## 4. Les additifs

On désigne par le terme d'additifs des substances actives synthétiques que l'on ajoute aux produits de base dérivés d'huiles minérales afin de conférer aux produits finis des propriétés désirables inexistantes ou trop peu apparentes dans la matière première.

On distingue deux grands groupes d'additifs pour huiles minérales:

a) Additifs capables de *modifier les propriétés* d'huiles minérales susceptibles d'être améliorées au moyen de procédés technologiques, et ne fût-ce qu'à grands frais. Il s'agit ici, entre autre, de tous les produits capables de modifier le compor-

Fig. 9  
**Additifs pour huiles de graissage**

- Antioxygènes
- Dispersants
- Agents haute pression
- Agents anticorrosifs
- Agents anticoagulation
- Agents abaissant le point d'écoulement
- Agents émulsionnats
- Agents adhésifs et améliorant le pouvoir lubrifiant
- Agents antimousse
- Désactiveurs métalliques

tement à froid de carburants, d'huiles à brûler et de lubrifiants ainsi que d'agents anticongélation et antidétonants. Le niveau qualitatif nécessaire en vue de certaines applications techniques du produit fini peut être atteint tout d'abord au moyen d'une orientation appropriée du processus de fabrication appliquée au produit de base et ensuite en ajoutant un additif. Le coût combiné de ces deux mesures doit être optimal au point de vue économique.

b) Additifs conférant à l'huile minérale des *propriétés entièrement nouvelles* ou améliorant des propriétés présentes, mais trop peu marquées, à une mesure que même les procédés de production les plus dispendieux ne permettraient pas d'égalier. Ce groupe comprend la grande majorité des additifs pour huiles minérales tels que, par exemple, les antioxygènes et agents anticorrosifs pour carburants et lubrifiants ainsi que des dispersants et des agents haute pression.

La Fig. 9 donne une vue d'ensemble des principaux additifs pour huiles de graissage.

## 5. La régénération des huiles usées

### 5.1 Introduction

En 1980, le total de notre consommation d'huiles lubrifiantes a atteint environ 86'000

tonnes. On estime que la moitié de ce total réapparaît sous forme d'huile usée. L'Office fédéral pour la protection de l'environnement a défini comme suit la notion «huile usée»:

On entend par là les huiles de graissage, huiles isolantes pour transformateurs et huiles de coupe soutirées lors de renouvellements d'huile et converties en leur équivalent d'huile minérale. On admet dans ces calculs que la plupart de ces huiles usées n'auraient subi que des altérations attribuables à un emploi normal, c'est-à-dire que leur augmentation de volume probable, due à des impuretés comme, par exemple, des adjonctions d'essence de nettoyage, n'auraient pas lieu lors des soutirages.

Où vont finir aujourd'hui nos huiles usées dont environ 60–70% consistent en huiles à moteurs et à engrenages et 30–40% en huiles industrielles, hydrauliques ou à turbines? Vu que leur débarras subreste en les déversant n'importe où est sévèrement interdit depuis longtemps en vue de prévenir la pollution des eaux dans la mesure du possible, on ne devrait avoir recours qu'à ces trois possibilités:

- a) l'incinération
- b) la régénération
- c) le raffinage

## 5.2 L'incinération

Il est regrettable que la majeure partie des huiles usées recueillies en Suisse doit être brûlée parce que nous ne disposons pas d'un nombre suffisant de raffineries qui seraient en mesure de régénérer ces rebuts. Leur incinération présente cependant des problèmes car les huiles usées contiennent un taux élevé de cendres et de métaux lourds. Cela cause des émissions de poussière bien supérieures aux directives en vigueur. Par conséquent, l'huile usée ne peut être incinérée que dans des installations comportant:

- un système de recyclage thermique (sinon il ne pourrait pas être question d'une mise en valeur),

- des filtres pour gaz de fumée assurant un degré de séparation suffisant pour poussières très fines (par exemple des électrofiltres) et

- des foyers conçus de sorte que la matière traitée entre en contact intime avec les gaz de fumée afin d'obtenir une liaison additionnelle des métaux lourds.

En tant qu'installations existantes répondant à ces exigences on peut citer

- les fours tubulaires tournants de l'industrie du ciment,
- les installations d'incinération de gadoues à recyclage thermique et
- les chaufferies à l'huile lourde déjà pourvues d'électrofiltres.

## 5.3 La régénération

La régénération des huiles usées consiste principalement en un traitement physique généralement basé uniquement sur un dessèchement et une filtration. Dans des cas optimaux, on ajoute une distillation suivie d'un traitement à la terre décolorante.

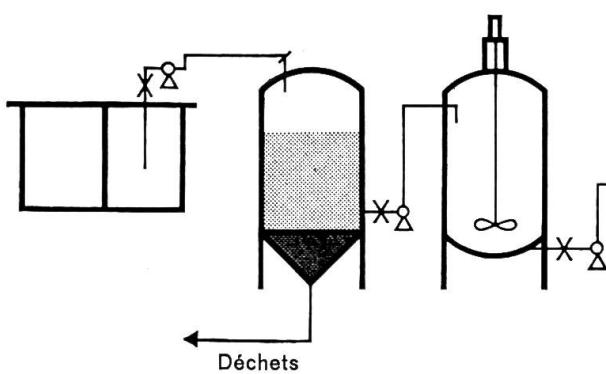
Ce genre de régénération convient particulièrement bien pour des huiles hydrauliques ou à turbines, car elles sont généralement peu polluées. À part un dessèchement et une élimination d'impuretés solides, on peut aussi obtenir en certains cas une amélioration de l'indice d'acidité et une élimination partielle de produits de vieillissement liquides. Ce traitement peut impliquer une perte d'additifs et des remplacements correspondants.

Il existe en Suisse diverses firmes qui entretiennent un service payant pour la régénération d'huiles industrielles.

## 5.4 Le raffinage secondaire

Les additifs ajoutés originairement sont partiellement modifiés et consommés et deviennent inefficaces au cours de leur emploi, mais l'huile usée en contient encore des traces. Tels que les produits d'oxydation, la suie, la poussière, la boue et les abrasures métalliques, ces restes dispa-

## 1. Raffinage

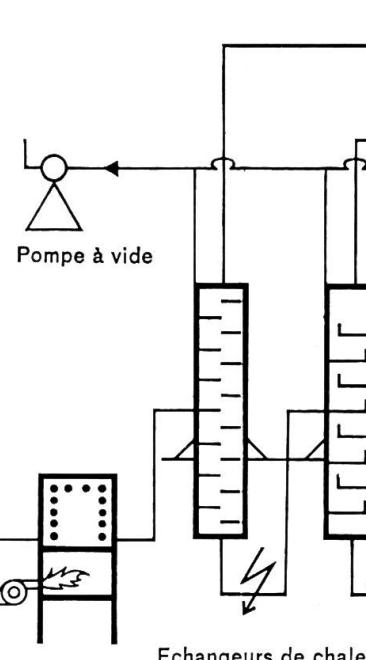


Fosse de décantation Agitateur

Elimination des impuretés solides

Neutralisation

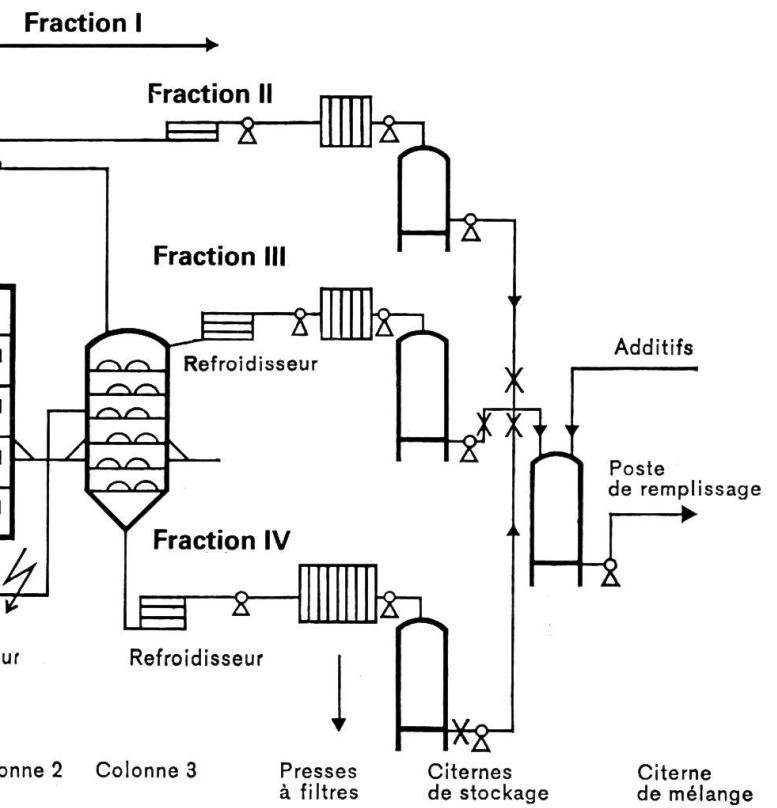
## 2. Distillation



Colonne 1 Colonne 2 Colonne 3

Echangeurs de chaleur

## 3. Filtration / Remplissage



Refroidisseur

Presses à filtres

Citerne de stockage

Citerne de mélange

Produit fini sans additifs

Adjonction des additifs

△ Pompes

✗ Soufflages

⚡ Echangeurs de chaleur



Raffinerie de Russikon S.A., 8321 Madetswil

**Schéma fonctionnel pour le raffinage secondaire système Philipps**

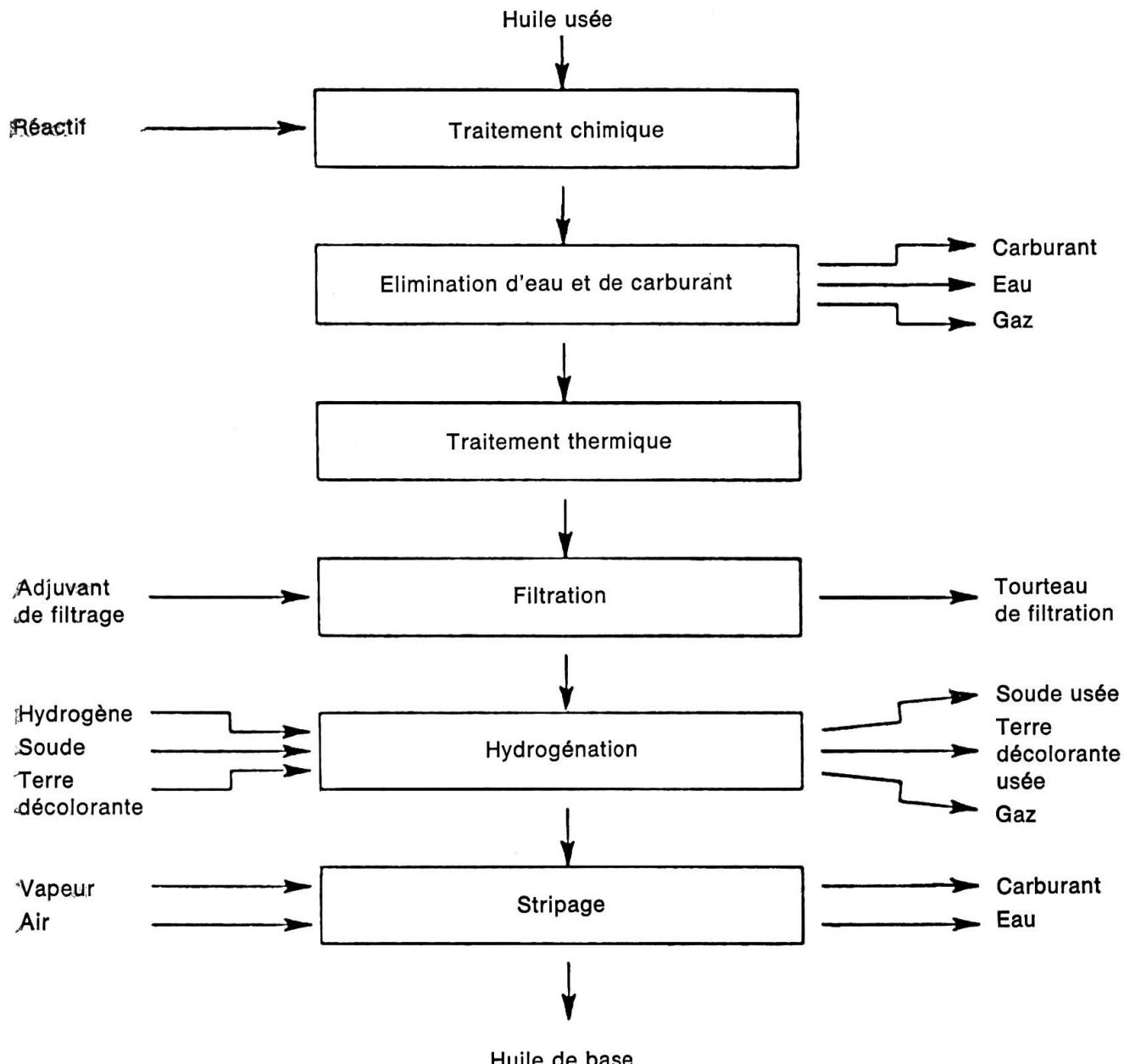


Fig. 11

graisse presque entièrement sous l'effet du raffinage secondaire. Comme lors de la régénération, il s'agit aussi d'éliminer de l'eau et du condensat de carburant.

En substance, le raffinage secondaire est un procédé chimique. En opposition au raffinage primaire, on peut se passer d'un désasphaltage et d'un déparaffinage et donc renoncer à éliminer des substances résineuses et cireuses. Un traitement approprié permet d'obtenir des huiles de base

et mélanges d'huiles de base virtuellement neufs et intacts à condition de remplacer les additifs disparus. Les raffinages secondaires ont l'avantage de fournir des produits d'une composition connue et permettant de multiplier des recyclages utiles. On distingue aujourd'hui divers procédés de raffinage secondaires. La méthode basée sur un traitement à l'acide sulfurique adoptée depuis des années par la Raffinerie de Russikon (Fig. 10) est devenue clas-

sique. Elle consiste principalement en une élimination des produits de vieillissement chimiquement réactifs et indésirables d'huiles utilitaires. Cette opération ne modifie cependant pas la structure de base des molécules d'huile à base de paraffine ou de naphte. La distillation ne nuit pas non plus aux hydrocarbonés à condition qu'ils ne subissent point de surchauffements.

Le traitement à l'acide sulfurique dégage cependant du goudron acide dont l'élimination en faveur de la protection de l'environnement soulevait de gros problèmes. C'est pourquoi ce procédé n'est plus en usage sauf dans les petites raffineries. Il est aussi douteux que les raffinats secondaires et huiles à moteurs qui en résultent puissent remplir toutes les conditions exigées aujourd'hui des huiles à moteurs.

A part le procédé mentionné, c'est probablement l'hydrogénéation, c'est-à-dire un traitement à l'hydrogène nécessitant l'application de pressions et températures élevées et la présence de catalyseurs qui est le plus important de tous. Un nouveau procédé très promettant qui prévoit au début des opérations une précipitation chimique des impuretés au moyen d'une solution aqueuse de sulfate ou de bisulfate d'ammonium également obtenue sous pression et à une température élevée, a été développée aux Etats-Unis par la firme Philipps. Le schéma décrivant ce procédé est indiqué dans la Fig. 11.

En Suisse également, on a développé un nouveau procédé — réalisé du moins au niveau d'une installation pilote. La firme ASEOL a mis au point en collaboration avec les entreprises Leybold-Heraus et Degussa le système Recyclon qui est réalisé sans acide sulfurique et hydrogène. Malheureusement, le permis de construire une raffinerie appropriée a été refusé lors d'une votation dans une commune bernoise pour des raisons relevant de la protection de l'environnement.

Le rendement en raffinat secondaire et sa qualité dépendent naturellement du degré

de la pollution d'huile, par exemple par de l'eau ou du carburant, ainsi que de l'uniformité plus ou moins prononcée des lots d'huile usée traités. Cela signifie que le traitement en question pourrait être simplifié et rationalisé très considérablement s'il était possible de récolter séparément les huiles usées issues respectivement d'huiles hydrauliques, à moteurs et à engrenages pour ne mentionner que les plus importantes catégories. Mais un ramassage sélectif de ce genre ne pourra probablement jamais être mis en pratique.

A condition que tout le raffinage secondaire soit exécuté soigneusement, on peut désormais effectivement transformer les huiles usées en huiles de base dont les qualités physico-chimiques ne sont nullement inférieures à celles des raffinats primaires. La Fig. 12 présente les caractéristiques d'huiles usées fournies à une raffinerie aux Etats-Unis par diverses sources (le plus souvent des garages). La Fig. 13 indique les caractéristiques respectives de deux huiles de base dérivées de ces huiles usées présentant des viscosités qui varient naturellement selon les types d'huiles usées traitées. Dans ces cas, le raffinage secon-

**Fig. 12  
Caractéristiques d'huiles usées de diverses provenances destinées à être régénérées selon le procédé Philipps**

Viscosité à 40° C	mm <sup>2</sup> /s	36—135
Teneur en carburant	vol-%	2—15
Teneur en eau	g/100 g	0—15
Teneur en soufre	g/100 g	0,13—1,00
Teneur en chlore	g/100 g	0,03—0,25
Teneur en azote	g/100 g	0,03—0,54
Teneurs en métaux		
Plomb	mg/kg	1—11'000
Calcium	mg/kg	600—3720
Zinc	mg/kg	200—1500
Barium	mg/kg	2—1630
Magnésium	mg/kg	3—500
Fer	mg/kg	10—600
Phosphore	mg/kg	600—1410
Cuivre	mg/kg	1—120

Fig. 13

**Caractéristiques de deux raffinats secondaires obtenus au moyen du procédé Philipps**

		Huile A	Huile B
Viscosité 40° C	mm <sup>2</sup> /s	60,4	55,2
Viscosité 100° C	mm <sup>2</sup> /s	8,31	7,88
Index de viscosité		107	102
Point d'inflammation	° C	220	215
Point de solidification	° C	- 9	- 18
Résidu de coke			
d'après Ramsbottom	g/100 g	0,02	0,04
Teneur en cendre			
sulfatée	g/100 g	< 0,01	< 0,01
Teneur en métal	mg/kg	< 12	< 12
Teneur en azote	mg/kg	27	-
Teneur en soufre	g/100 g	0,03	0,03
Indice de couleur			
ASTM		4,0	L 3,0

daire avait eu lieu au moyen du procédé Philipps.

A part cela, l'huile B fut soumise à un fractionnement fournissant des huiles de base 150 et 600 (Fig. 14). Ces deux huiles de base servirent alors à composer une huile à moteurs HD SAE 30 qui passa avec succès les tests prévus pour l'obtention des spécifications API SE/CC et MIL-L-46 152 B.

Fig. 14

**Caractéristiques de deux huiles neutres obtenues par fractionnement d'un raffinat secondaire (huile B)**

		150 neutr.	600 neutr.
Viscosité à 40° C	mm <sup>2</sup> /s	27,00	116,2
Viscosité à 100° C	mm <sup>2</sup> /s	4,85	12,65
Index de viscosité	° C	97	100
Point d'inflammation		200	250
Index de couleur			
ASTM		1,0	5,0

Des essais analogues entrepris par des raffineries et instituts employant des tests européens (CCMC) tels que, par exemple, le MWM B, ne décèlent également point de différences marquées entre les raffinats primaires et secondaires, et ce fait permet de tirer les conclusions suivantes:

- a) Une sélection soigneuse et un raffinage judicieux d'huiles usées permettent d'obtenir des raffinats secondaires qui répondent aux exigences usuellement requises pour des huiles de base.
- b) Des huiles à moteurs pour voitures particulières et véhicules utilitaires issues de raffinages secondaires correspondent à toutes les spécifications internationales et ont fait leurs preuves en pratique.
- c) La limite de mise en œuvre pour des raffinats secondaires se situe au point où la composition usuelle huile minérale / hydrocarbures n'est plus satisfaisante.

### Bibliographie

- |                            |   |      |
|----------------------------|---|------|
| BP                         | Das Buch vom Erdöl  | 1978 |
| BP                         | Firmenschrift «Schmierfette»  |      |
| Brunner M.                 | Die Reraffination von Altölen,  |      |
|                            | Referat   | 1973 |
| Bundesamt für Umweltschutz | Bericht über die Möglichkeiten der Altölverwertung, 5. Entwurf                                  |      |
| Kashnitz R.                | 1975  |      |
| Lafrenz C.                 | Das Mineralöl-Taschenbuch   |      |
|                            | 1964  |      |
| Linnard, Roush             | Die Leistungsfähigkeit von Zweitraffinaten auf dem Prüfstand und in der Praxis                  |      |
|                            | Erdöl und Kohle, Juni   | 1981 |
|                            | Philipps Re-refined Oil Process Quality and Performance   |      |
|                            | SAE Technical Paper 801384  |      |
|                            | 1980  |      |
| Wedepohl, Bartz, Müller    | Ergebnisse einer vergleichenden Qualitätsuntersuchung von Erst- und Zweitraffinaten             |      |
|                            | Schmiertechnik und Tribologie, 4  | 1981 |
| Wishmann M.L.              | New Re-Refining Technologies of the Western World Lubrication Engineering Volume 35, 5, 249-253 |      |
| Zerbe C.                   | Mineralöle und verwandte Produkte, Band 1 und 2   | 1980 |
|                            | 1969  |      |

**S'il y a du brouillard et que la visibilité est mauvaise, ce sont les feux de croisement qu'il faut allumer, même de jour!**