

Spécification technique

L-44

Huile de lubrification pour moteurs diesel

Version	Date	Ajustements
00	12/2005	Version initiale
01	12/2023	Nouveau template + mise à jour générale

Table des matières

1. Objet et champ d'application.....	3
2. Références normatives.....	3
3. Termes et définitions.....	3
4. Modalités de qualification.....	3
4.1. Qualification des fournisseurs	4
4.2. Qualification, homologation, validation du produit	4
4.3. Révocation de la qualification fournisseur	5
4.4. Retrait de la qualification, de l'homologation, de la validation du produit	6
5. Exigences techniques.....	7
5.1. Demande.....	7
5.2. Essais de type	8
5.3. Tests en série.....	8
5.4. Exigences relatives aux équipements de mesure et d'essai	8
6. Contrôles et tests à la livraison	9
6.1. Chez le fournisseur	9
6.2. À la SNCB	9
7. Livraison, emballage, identification	9
8. Garantie	9
9. Gestion de la documentation	9
9.1. Exigences de qualification, d'homologation, de validation	9
9.2. Exigences de livraison.....	10
9.3. Autres exigences en matière de gestion de la documentation	10
10. Varie	10
11. Pièces jointes.....	10

1. Objet et champ d'application

Cette disposition technique concerne l'huile de lubrification pour moteurs diesel destinés au matériel roulant ferroviaire. Il s'agit de :

Série	Type de moteur	Art. huile (SNCB)	Type d'huile
Réf. AR41	Cummins QSK19R	00063053 00063058	Huile pour moteur diesel multigrade SAE 15W 40 avec zinc
HLD62 HLD55	GM12V567C/GM16V567C 2 temps (soupapes d'échappement/lumières d'admission)	00063049	Huile pour moteur diesel monograde SAE 40 sans zinc

Exclus :

HLDD77	ABC 6DZC	00063054	<u>N'est pas l'objet de cette disposition technique.</u>
--------	----------	----------	--

2. Références normatives

Sans objet

3. Termes et définitions

Sans objet

4. Modalités de qualification

La SNCB a choisi d'appliquer un système de qualification distinct pour le fournisseur et pour le produit.

La qualification du fournisseur relève de la responsabilité de SNCB Procurement, bureau Supplier Qualification.

La qualification des produits relève de la responsabilité de SNCB Technics, B-TC.4 Rolling Stock Engineering.

Ces tests de qualification des produits sont organisés en fonction des besoins économiques.

Une qualification de fournisseur est valable 6 ans et peut être renouvelée par la suite.

Une qualification de produit final reste valable tant que le produit ne change pas.

4.1. Qualification des fournisseurs

La SNCB applique un système de qualification « fournisseur ». Cela implique que le fournisseur doit être qualifié avant l'achat.

Une demande de qualification peut être soumise par mail à **qualifications@nmbs.be**.

Les fournisseurs doivent justifier d'une expérience vérifiable dans la production de lubrifiants pour des moteurs Diesel similaires équipant du matériel ferroviaire circulant sur le réseau ferroviaire européen ou dans des conditions d'exploitation équivalentes.

Les fournisseurs doivent décrire leurs moyens de d'étude, de production et de contrôle ainsi que leur système de gestion de la qualité de leur production.

La qualification de fournisseur est attribuée au producteur, éventuellement en combinaison avec un distributeur.

Les étapes suivantes sont prévues :

- Questionnaire : le candidat fournisseur envoie le questionnaire complété et signé par e-mail à qualifications@nmbs.be
Si un distributeur introduit la demande, il doit faire signer l'annexe 1 du questionnaire par le producteur ou fournir une déclaration équivalente du producteur.
- Le fournisseur potentiel joint à cet e-mail le document unique européen de marché (DUME) dûment rempli et signé. Ce document peut être téléchargé à partir du site Web <https://uea.publicprocurement.be>.
- Rapport financier : la SNCB évalue la situation financière du fournisseur candidat en collaboration avec une agence de notation de crédit indépendante (la notation de sécurité de crédit « A », « B » ou « C » est acceptée – ou l'équivalent d'une autre agence de notation de crédit). Le fournisseur potentiel n'a aucune démarche à prendre à cet égard.

Toute modification du process et/ou de la production doit être communiquée à la SNCB qui décidera si la qualification doit être refaite ou non.

Il n'est pas permis de fournir un produit non qualifié, sauf dans le cadre d'une procédure de qualification ou à la demande expresse de la SNCB.

4.2. Qualification, homologation, validation du produit

Pour chaque produit que le fournisseur souhaite fournir, un processus de qualification progressif doit être complété, qui comprend les éléments suivants.

Phase 1 - Documentation

- Le ou les sites de production
- Une fiche technique indiquant l'application pour laquelle elle est proposée (voir paragraphe 1).
- Spécifications requises pour R41 – Cummins QSK19R :
 - PAGE CI-4, ACEA E7
 - Homologation du fabricant Cummins CES 20077 / CES 20078
- Spécifications requises pour D55/62 – GM :
 - API CF ou équivalent

- Fiche de données de sécurité
- Analyse ICP complète de l'huile avec la concentration des éléments : (voir exigences 5.1)
- Les utilisations actuelles (références) de l'huile proposée conformément au paragraphe 1.
- L'inventaire de toutes les normes et réglementations pertinentes (voir §2)

Cette documentation peut être envoyée par e-mail à qualifications@nmbs.be.

La validation par la SNCB de cette documentation nous permet de passer à la phase 2.

Phase 2 – Essais en laboratoire et au banc

- En plus des normes pertinentes, ou en l'absence de normes pertinentes, les critères d'homologation minimaux suivants :
 - Tests en laboratoire sur la composition de l'huile et la miscibilité (moussage) avec l'huile qualifiée actuelle.
 - Un test sur un moteur diesel autonome (banc d'essai) pour valider la livraison de la performance souhaitée.

Les essais doivent inclure toutes les mesures pertinentes pour satisfaire aux exigences identifiées dans les phases 1 et 2.

La réussite de ces tests vous permet de passer à la phase 3.

Phase 3 – Essais en service

Si la SNCB le juge nécessaire, un essai limité en exploitation (+/- 1 an ou 100.000 km) ou des premières commandes seront passées à titre d'essai (+/- 1 an ou 100.000 km) suivra.

Un essai en exploitation dans l'application concernée peut être suivi d'une évaluation pour valider la confirmation de la livraison des fonctions prévues et des performances souhaitées par l'application (voir annexe 1).

Si un résultat favorable est obtenu, le produit recevra une qualification provisoire à partir d'une première production limitée de 100 000 km réalisés ou 1 an.

Le produit est définitivement qualifié à une production qui correspond au maximum de la périodicité de révision réelle ou prévue de l'application.

4.3. Révocation de la qualification fournisseur

La livraison d'un produit non qualifié entraîne immédiatement le retrait de la qualification fournisseur, sauf si cette livraison fait partie du processus de qualification du produit ou à la demande expresse de la SNCB.

D'autres causes possibles de retrait de la qualification de fournisseur sont :

- produits, contrôles, tests, etc. qui ne sont pas (ou plus) conformes aux spécifications techniques
- Faillite du fournisseur
- pour les distributeurs : retrait par le producteur de l'autorisation de fournir ses produits
- Problèmes récurrents de qualité et/ou de livraison
- ...

4.4. Retrait de la qualification, de l'homologation, de la validation du produit

Le retrait de la validité de la qualification du produit peut se faire pour :

- Toute modification non signalée du produit
- Processus, produits, contrôles, tests, etc. qui ne sont pas (ou plus) conformes au produit qualifié.
- Problèmes récurrents de qualité ou de livraison
- Imposition de restrictions dans l'autorisation de mise sur le marché du véhicule par l'INV pour le produit concerné
- ...

5. Exigences techniques

5.1. Demande

Réf. R41	Cummins QSK19R	Huile pour moteur diesel multigrade SAE 15W 40 avec zinc
----------	----------------	--

Essais	méthode	unité	résultat
densité à 15 °C	Norme ISO 12185	kg/l	0.880 – 0.890
viscosité à 40 °C	Norme ISO 3104	mm ² /s	(1)
viscosité à 100 °C	Norme ISO 3104	mm ² /s	12.5 – 16.3
Indice de viscosité	Norme ISO 2909		min 135
Point d'éclair de Cleveland	Norme ISO 2592	°C	min 234
Point d'éclair Pensky Martens	Norme ISO 2719	°C	(1)
Point d'inflammation	Norme ISO 2592	°C	(1)
Résidu de carbone	Norme ISO 4262	% m/m	(1)
Point d'écoulement	Norme ISO 3016	°C	max – 12
TBN (en anglais seulement)	Norme ISO 3771	mg KOH/g	(1)
TAN, Indice de neutralisation	Norme ISO 6619	mg KOH/g	(1)
Teneur en cendres	Norme ISO 6245	% m/m	(1)
Cendres sulfatée	Norme ISO 3987	% m/m	(1)
Pouvoir moussant	Norme ISO 6247	cm ² de mousse	0
Métaux (analyse ICP)			
Al		mg/kg	(1) (2)→ 0
Ca		mg/kg	(1) (2)→ milliers
Cr		mg/kg	Non autorisé
Cu		mg/kg	Non autorisé
Fe		mg/kg	Non autorisé
K		mg/kg	(1) (2)→ 0
Mg		mg/kg	(1) (2)→ dizaine
Na		mg/kg	(1) (2)→ dizaine
P		mg/kg	(1) (2)→ milliers
S		mg/kg	(1) (2)→ milliers
Si		mg/kg	(1) (2)→ 0
Zn		mg/kg	(1) (2)→ milliers
autre		mg/kg	(1)

(1) : spécifique au produit à qualifier ;
 (2) : valeurs guides selon la première huile qualifiée.

D62 D55	GM12V567C/GM16V567C2 - 2 temps (Soupapes d'échappement / Orifices d'admission)	Huile pour moteur diesel monograde SAE 40 sans zinc
------------	--	--

Essais	méthode	unité	résultat
densité à 15 °C	Norme ISO 12185	kg/l	0.880 – 0.890
viscosité à 40 °C	Norme ISO 3104	mm ² /s	140 - 152
viscosité à 100 °C	Norme ISO 3104	mm ² /s	12.5 – 16.3
Indice de viscosité	Norme ISO 2909		min 95
Point d'éclair de Cleveland	Norme ISO 2592	°C	min 234
Point d'éclair Pensky Martens	Norme ISO 2719	°C	(1)
Point d'inflammation	Norme ISO 2592	°C	(1)
Résidu de carbone	Norme ISO 4262	% m/m	(1)
Point d'écoulement	Norme ISO 3016	°C	max – 12
TBN (en anglais seulement)	Norme ISO 3771	mg KOH/g	min 8
TAN, Indice de neutralisation	Norme ISO 6619	mg KOH/g	(1)
Teneur en cendres	Norme ISO 6245	% m/m	(1)
Cendres sulfatée	Norme ISO 3987	% m/m	(1)
Capacité moussante - Séquence I - Séquence II	Norme ISO 6247	cm ² de mousse	0
Métaux (analyse ICP) Al Ca Cr Cu Fe K Mg Na P S Si Zn autre		mg/kg mg/kg mg/kg mg/kg mg/kg mg/kg mg/kg mg/kg mg/kg mg/kg mg/kg mg/kg mg/kg mg/kg	(1) (2)→ Dizaine (1) (2)→ milliers Non autorisé Non autorisé Non autorisé (1) (2)→ 0 (1) (2)→ Dizaine (1) (2)→ Dizaine (1) (2)→ 0 (1) (2)→ milliers (1) (2)→ Dizaine 5 maximum (1)

(1) : spécifique au produit à qualifier ;

(2) : valeurs guides selon la première huile qualifiée.

5.2. Essais de type

- Les huiles doivent être conformes aux exigences énoncées au point 5.1
- Le programme sera déterminé sur la base des résultats de la phase 2 (section 4.1)

5.3. Tests en série

Sans objet.

5.4. Exigences relatives aux équipements de mesure et d'essai

Le laboratoire qui effectue les essais de type est certifié BELAC ou accréditation, équivalente.

6. Contrôles et tests à la livraison

6.1. Chez le fournisseur

Sans objet.

6.2. À la SNCB

Des échantillons d'huile nouvellement fournis peuvent être examinés sur une base aléatoire. Des résultats significativement différents peuvent être utilisés dans le contexte de la section 4.4.

7. Livraison, emballage, identification

L'huile est fournie dans des fûts perdus non endommagés et non corrodés de 205 à 210 litres. Les couvercles des fûts doivent porter les mentions suivantes :

Pour l'huile monograde SAE 40 sans zinc (00063049) :

- le nom commercial ;
- Numéro d'article SNCB 000.63.049 ;
- Titre:
ZINKVRIJE MONOGRAADOLIE SAE 40 VOOR DIESELMOTOREN ;
HUILE MONOGRADE SAE 40 SANS ZINC POUR MOTEURS DIESEL ;
- l'indication du lot de fabrication/de la date de fabrication

Pour : huile multigrade SAE 15W40 avec zinc (00063053) :

- le nom commercial ;
- Numéro d'article SNCB 000.63.053 ;
- l'indication du lot de fabrication/de la date de fabrication

Les fûts doivent être stockés à l'abri des intempéries.
Si cela n'est pas possible, la protection contre la pluie est obligatoire.

8. Garantie

En cas de stockage pendant 12 mois à compter de la date de livraison, à une température comprise entre – 5 et + 30 °C, dans les conditions prévues au point 6, l'huile doit conserver toutes les propriétés requises par la présente disposition technique.

9. Gestion de la documentation

9.1. Exigences de qualification, d'homologation, de validation

Voir la phase 1 de la section 4.2.

9.2. Exigences de livraison

D62/D55: Huile monograde SAE 40 sans zinc (00063049) :

Avec cette huile, il est important que la teneur en zinc ne dépasse pas 5 ppm. Pour chaque nouveau lot, un certificat d'analyse dans l'une des langues nationales officielles (ou en anglais) de l'huile (en veillant à mentionner la teneur en zinc) doit être présenté à la SNCB.

Réf. R41 : huile multigrade SAE 15W40 avec zinc (00063053) :

Aucun certificat d'analyse n'est demandé.

Généralités :

Dans le cadre de son plan de maintenance, la SNCB effectue déjà des analyses fréquentes des huiles usagées.

Dans ce cadre, la SNCB peut faire réaliser des analyses aléatoires de l'huile sur les nouvelles livraisons. En cas de non-conformités, cela peut entraîner le rejet du lot en question.

9.3. Autres exigences en matière de gestion de la documentation

Sans objet

10. Divers

Sans objet

11. Pièces jointes

Annexe 1 : Référence si une expertise en matière de moteurs diesel est nécessaire (phase 3, section 4.1)

Annexe 2 :

Les éléments ci-dessous n'ont pas nécessairement tous besoin d'être vérifiés. Cela dépend des anomalies identifiées lors du fonctionnement.

A1 : Culbuterie		Gradation des résultats					
		0	2	5	7.5	9	10
01	Dépôt sur le couvercle de culbuteurs	100 % pris en charge Boues importantes	100 % pris en charge Boues modérées	50 % pris en charge	25 % pris en charge	10 % pris en charge	pur
02	Dépôt sur rampe de graissage						
03	État des galets poussoirs FS	écaillage ou grippage général	écaillage local				
04	État des tiges poussoirs FH	peu important	lignes et rayages généralisées	lignes + quelques raies	poli avec lignes	poli	
05	Plateaux presse-ressorts R-FH	écaillage ou grippage	-	lignes et raies	-	poli avec lignes ou mat	poli
06	Ressorts R-FH	rayés et usés	-	rayés légèrement	lignés	-	poli
07	Vis de réglage R-FH	brisés	avachis ou fléchis	-	portée de spire rayée	-	normal
08	Clés de soupape R-FH	écaillage ou grippage	-	lignes + raies	-	poli avec lignes ou mat	normal
09							



A1 : Culbuterie		Gradation des résultats					
		0	2	5	7.5	9	10
10	Valves : Formation de résine (gommage)	ne peut être déplacée	-	se déplace par forte poussée	-	se déplace par légère poussée du doigt	retombe par son poids
11	Dépôt sur tête	dépôt sec ou gras et impact piston	dépôt gras important > 1 mm	dépôt sec important > 1 mm	dépôt gras < 1 mm	dépôt sec < 1 mm	voile
12	Dépôt collet sous la tête	jusqu'au guide	> 2 mm	0.5 – 2 mm	0.2 – 0.5 mm	voile	propre
13	Dépôt sur tige	dépôt sur > 75 %	dépôt sur 50 – 75 %	dépôt sur 25 – 50 %	dépôt sur 10 – 25 %	dépôt sur < 10 %	rien
14	État mécanique de la tige F	grippage + échauffement	rayage général	rayage local	lignes quelques raies	lignes	poli

A2 : Culbuterie			Gradation des résultats					
			0	2	5	7.5	9	10
15	dépôt sur siège de soupape	G	dépôt important mauvaise portée + traces repassement	portée de 50–25 % ailleurs : dépôt	portée de 75 – 50 % ailleurs : dépôt	portée de 100 – 75 % ailleurs : dépôt	vernis mince sur 100 %	portée sur 100 %
16	état mécanique du siège	R	brisé ou fissuré	défoncé fortement	défoncé	marques nombreuses	quelques marques	rien
17	état mécanique du bout de tige	FS	défoncement important – pas de rotation	défoncement important et rotation	défoncement léger	traces de non rotation	lignes circulaires	poli avec traces de rotation
18	CULASSES							
19	dépôt sur portée de siège de soupape		idem N° 15					
20	état de portée de siège de soupape	R	idem N° 16					
21	état des guides de soupape	FH	idem N° 17					
22	état de la portée pour joint	FH	brûlé	soufflage important	soufflage léger	coups dans siège	-	correct
23	état de joint de culasse	FS	idem					



A2 : Culbuterie			Gradation des résultats					
			0	2	5	7.5	9	10
24	dépôt dans la chambre de combustion	-	épais + traces d'eau	épais et gras généralisé	épais et sec, généralisé	modéré	faible	voile
25	dépôt dans conduit d'admission	-	épais + traces d'eau	épais et gras	épais et sec	modéré	voile gras	voile sec
26	dépôt dans conduit d'échappement	-	idem N° 25					

A3 : Pistons			Gradation des résultats					
			0	2	5	7.5	9	10
27	segment - liberté	-	gommé, calé, ne porte pas	-	pincé, calé, porte	-	paresseux	libre
28	fente des racleurs	R - FH	obstruée à 100 %	à 75 %	à 50 %	à 25 %	à 10 %	propre
29	carbone sur face arrière	FH	dépôt épais à 100 %	dépôt épais à 50 %	dépôt mince à 100 %	dépôt mince à 50 %	traces	rien
30	carbone sur face supérieure	FH	dépôt important bloquant	métal invisible entrave liberté	métal invisible totalement	métal invisible localement	voile	propre
31	carbone sur face inférieure	FH	idem					
32	tranchant arête	FH	coupe l'ongle	-	griffe l'ongle	-	léger	sans tranchant
33	état de la portée	FS	plages soudures assez profondes	soudures superficielles	raies concentrées	raies isolées	quelques lignes	rien
34	portée du segment conique (usure)	FS	100 % de H	75 % de H	50 % de H	25 % de H	10 % de H	moins de 10 %

A3 : Pistons			Gradation des résultats						
			0	2	5	7.5	9	10	
35	portée des segments GM en ferrox.(usure)	FS	ferrox disparu	-	ferrox en cours de disparition	-	-	ferrox complètement visible	
36	portée des segments GM chromés (usure)	FS	fonte toute visible	fonte visible partiellement	chromage uni	rayures dans chrome très petites	-	comme neuf	
37									
38	piston carbone jupe	FH	couche lisse importante	-	important marbré	-	traces de faible épaisseur	rien	
39	carbone cordon	FH	idem 38						
40	carbone gorge	FH	dépôt important général	dépôt important partiel	dépôt mince général	dépôt mince partiel	le métal est voilé	rien	

A4 Pistons (suite)			Gradation des résultats					
			0	2	5	7.5	9	10
41	carbone couronne	FH	épais généralisé	épais sur > 75 %	épais local	moyen	léger	rien
42	verniss sur cordons	FH	idem N° 41					
43	dépôt fond de piston	-	carbone continu	verniss noir traces carbone	verniss noir	verniss moyen	verniss léger	rien
44	piston : dépôt sur tête	-	épais + traces d'eau	épais gras généralisé	épais sec généralisé	modéré	faible	voile
45	état mécanique de la jupe	FH	plages soudures assez profondes	soudures ou arrachement superficiel	raies concentrées	raies isolées	lignes	rien
46	état mécanique de la couronne	G	rayures avec arrachement dans masse métall.	-	raies légères dans le métal	-	raies dans dépôt de carbone	rien
47	face d'appui du piston	FS	traces grippage et échauffement	écaillage et enlèvement matière	raies avec transfert de bronze	quelques raies circulaires sans transfert	lignes circulaires	correct
48	porte-piston portée pour plaque d'appui	FS	idem N° 47					
49	portée pour axe en Ag	FS	transfert matière	raies généralisées	plages mates + raies légères	plage mate + lignes	petite plage mate	C'est bien ça
50	portée pour insert	FS	battue fortement	grippage de contact	raies nombreuses	raies isolées	lignes	C'est bien ça
51	plaque d'appui en bronze pour moteur EMD	FS	idem N° 47					

A5 Axe de piston - cylindre		Gradation des résultats					
		0	2	5	7.5	9	10
54	Axe Ag ou insert a) état mécanique FS	grippage + transfert	fluage d'argent important	fluage d'argent léger	quelques lignes locales	-	rien
55	Axe Ag ou insert b) aspect	complètement blanc	taches blanches	tache blanche sur partie de lame	flash Pb compl. enlevé	flash Pb part. enlevé	flash Pb intact
56	Axe Ag ou insert c) corrosion	sur lames 1.2.3.4 1'.2'.3'.4' + dégât mécan.	sur lames 1.2.3.4 et 1'.2'.3'.4'	sur lames 2.3.4 et 2'.3'.4'	sur lames 3.4 et 3'.4'	lames ext. 3 ou 4 à 100 % 3' ou 4'	légères – de 50 % de la surface de dégagement
57	buselure en bronze FS	grippage important	-	raies nombreuses	raies éparses	lignes	rien
58	axe en Ag portée fixe FS	battage important	défoncé + déformat. import.	défoncé + légère déformation	léger défoncement	-	-
59	insert portée fixe FS	idem					
60	axe en acier face frottante FS	raies et transfert	raies profondes	dépoli avec raies légères	dépoli avec lignes	poli avec lignes légères	poli spéculaire
61	cylindre : carbone sur couronne au dessus PMH FS – G	épais généralisé	épais sur > 75 %	épais local	moyen	léger	rien

A5 zuigeras - cylindre			Gradation des résultats					
			0	2	5	7.5	9	10
62	verniss sur couronne G		100 % de surface	75 % de surface	50 % de surface	25 % de surface	10 % de surface	rien
63	diamètre intérieur – état mécanique FS		plages soudées locales	petites plages microsoudures	raies avec léger transfert	raies isolées	lignes	rien
64	relais d'usure FS		très important	-	sensible	-	léger	rien
65	obstruction des lumières G		100 %	75 %	50 %	25 %	10 %	rien
66	face d'appui sur bâti FS		traces de fuites d'eau	-	battue	-	-	correct
67	siège pour joint de culasse FS		brûlé	soufflage import.	soufflage léger	-	-	correct
68	jupe au dessus des O-rings FS		corros.cavités importantes et profondes	corros. cavités plages import.	piqûres corros. cavités légères raies	corros. moyenne oxyd. importante	légère corrosion + dépôt d' oxyde	rien ou voile d' oxyde
69	cordons entre O-rings FS		grippage déplac. matière passage d'eau	grippage + déplac. matière	grippage de contact léger	pas d'altération traces eau + oxydes	quelques traces de fretting	correct
70	O-rings FS		brisés	dessus pâteux	non étanches	léger suintement d'eau	petite plage mate	correct

A6 Coussinets - vilebrequin			Gradation des résultats					
			0	2	5	7.5	9	10
71	bielle : face d'appui de l'axe GM	FS	axe lâché	fretting important	-	léger fretting	léger marquage	rien
72	logement du coussinet et dos de coussinet ou de bague	FS	battue fortement	grippage de contact important	grippage de contact léger	portée intégrale	-	normal
73	portée de coussinet en de bague	FS	transfert avec échauffement	transfert localisé	lignes et raies généralisées	sur Cu Pb + lignes	sur Cu Pb ≈ 10 % surface	correct
74	vilebrequin (tourillons, manetons)	FS	échauffement écaillage fissure	raies profondes	raies généralisées profondes	quelques raies	lignes	correct
75	Organes auxiliaires	FS						
76	arbre à cames	FS	échauffement écaillage fissure	raies profondes	raies généralisées profondes	quelques raies	lignes	correct
77	coussinets arbre à cames	FS	transfert avec échauffement	transfert localisé	lignes et raies généralisées	sur Cu Pb lignes	sur Cu Pb < 10 % surface	correct
78	engrenages : diverses dentures	FH	transfert de matière	pitting – rayage généralisé	fretting	lignes et raies éparses	quelques lignes	rien
79	chaînes de Cde diverses	FS	plusieurs galets brisés	1 galet brisé	écaillage ou forte usure	lignes et raies	galets : lignes et légère usure	rien
80	dépôt sur filtre michiana	E/3H	boues colmatantes	boues importantes	boues légères	carbone léger	voile de carbone (huile sur doigt)	léger voile
81	dépôt sur filtre crépine	E/3H	fortement encrassé	encrassé à 75 %	encrassé à 50 %	encrassé à 25 %	encrassé à 10 %	léger voile
82	dépôt dans le carter	-	boues généralisées importantes	boues généralisées	boues locales	métal à 100 % invisible	visible localement ou voile	métal visible à 100 %



E/nH	Egouttage pendant n heures
R	rinçage bains de pétrole ou gasoil avec agitation
FH	essuyage à frottement doux avec chiffon imbibé de gasoil ou pétrole
FS	essuyage à frottement doux avec chiffon doux et sec
G	grattage avec outil en cuivre ou gommage si le métal est tendre
R	(couche mince des coussinets)