



HYDRAULIC SYSTEMS FOR HMC SHIPS

**GENERAL DESIGN REQUIREMENTS
FABRICATION PRACTICES AND
CLEANLINESS MONITORING PROCEDURES**

(BILINGUAL)

Supersedes the bilingual publication C-03-011-004/MS-001 dated 1978-09-22

SYSTÈMES HYDRAULIQUES DES NAVIRES
CANADIENS DE SA MAJESTÉ

**EXIGENCES GÉNÉRALES DE CONCEPTION
PRATIQUES DE FABRICATION ET
PROCÉDURES DE CONTRÔLE DE LA
PROPRETÉ**

(BILINGUE)

Remplace la publication originale bilingue C-03-011-004/MS-001 de 1978-09-22

Issued on Authority of the Chief of the Defence Staff
Publiée avec l'autorisation du Chef de l'état-major de la Défense

OPI: DMSS 4-5-4
BPR : DSN 4-5-4

1999-07-08

LIST OF EFFECTIVE PAGES

Insert latest changed pages, dispose of superceded pages in accordance with applicable orders.

NOTE

The portion of the text affected by the latest change is indicated by a vertical black line in the margin of the page. Changes to illustrations are indicated by miniature pointing hands or black vertical lines.

Dates of issue for original and changed pages are:

ÉTAT DES PAGES EN VIGUEUR

Insérer les pages le plus récemment modifiées et disposer de celles qu'elles remplacent conformément aux instructions applicables.

NOTA

La partie du texte touchée par le plus récent modificatif est indiquée par une ligne verticale dans la marge. Dans le cas des illustrations, les modifications sont indiquées par des index pointants ou des lignes verticales.

Les dates de publication pour les pages originales et les pages modifiées sont :

Original 0 1999-07-08	Ch./Mod. 6
Ch./Mod. 1	Ch./Mod. 7
Ch./Mod. 2	Ch./Mod. 8
Ch./Mod. 3	Ch./Mod. 9
Ch./Mod. 4	Ch./Mod. 10
Ch./Mod. 5	Ch./Mod. 11

Zero in Change No. Column indicates an original page. Total number of pages in this publication is 138 consisting of the following:

Zéro dans la colonne des modificatifs indique une page originale. La présente publication comprend 138 pages réparties de la façon suivante :

Page No./ Numéro de page	Change No./ Numéro de modificatif	Page No./ Numéro de page	Change No./ Numéro de modificatif
Title/Titre	0	3-2-1 to/à 3-2-8.....	0
A	0	3-3-1 to/à 3-3-18.....	0
i/xiv	0	3-4-1 to/à 3-4-6.....	0
1-1-1 to/à 1-1-2	0	4-1-1 to/à 4-1-2.....	0
1-2-1 to/à 1-2-8	0	4-2-1 to/à 4-2-16.....	0
1-3-1 to/à 1-3-6	0	4-3-1 to/à 4-3-4.....	0
1-4-1 to/à 1-4-8	0	5-1-1 to/à 5-1-2.....	0
1-5-1 to/à 1-5-4	0	5-2-1 to/à 5-2-4.....	0
1-6-1 to/à 1-6-4	0	5-3-1 to/à 5-3-2.....	0
2-1-1 to/à 2-1-2	0	5-4-1 to/à 5-4-6.....	0
2-2-1 to/à 2-2-12	0	A-1 to/à A-6	0
3-1-1 to/à 3-1-2	0	B-1 to/à B-2	0

Contact Officer: DMSS 4-5-4
Personne responsable : DSN 4-5-4

© 1999 DND/MDN Canada

WARNING

HUMAN LIFE. EVERY REASONABLE PRECAUTION HAS BEEN OBSERVED IN DESIGN TO SAFEGUARD THE OPERATING PERSONNEL. OPERATING PERSONNEL SHOULD BE PROHIBITED FROM TAMPERING WITH PROTECTIVE DEVICES SUCH AS DOOR SWITCHES. THE POWER SHOULD BE REMOVED COMPLETELY AND THE HIGH-VOLTAGE CAPACITORS IN POWER SUPPLIES DISCHARGED WITH THE AID OF A SHORTING BAR BEFORE MAKING INTERNAL ADJUSTMENTS.

AVERTISSEMENT

LES TENSIONS DANS CET APPAREIL SONT SUFFISAMMENT ÉLEVÉES POUR METTRE LA VIE HUMAINE EN DANGER. TOUTES LES PRÉCAUTIONS RAISONNABLES ONT ÉTÉ PRISES LORS DE SA CONCEPTION POUR PROTÉGER LES USAGERS. AINSI, IL EST INTERDIT AUX USAGERS D'ALTÉRER LES DISPOSITIFS DE SÉCURITÉ TELS QUE LES INTERRUPTEURS DE PORTES. AVANT D'ENTREPRENDRE TOUT AJUSTEMENT À L'INTÉRIEUR DE L'APPAREIL, ON DEVRA LE DÉBRANCHER COMPLÈTEMENT DE SA SOURCE D'ÉNERGIE ET PROVOQUER LA DÉCHARGE DES CONDENSATEURS À HAUTE TENSION À L'AIDE D'UNE SONDE À COURT-CIRCUITER.

BE PREPARED for the EMERGENCY

Know How!

DROWNING

1. REMOVE FROM WATER
2. LOOSEN CLOTHING
3. PLACE VICTIM FACE UPWARDS. CLEAR MOUTH IF NECESSARY
4. APPLY ARTIFICIAL RESPIRATION
5. SEND FOR A DOCTOR
6. KEEP WARM • WITH BLANKETS, ETC.

GASSING

1. REMOVE TO FRESH AIR
2. LOOSEN CLOTHING
3. PLACE VICTIM FACE UPWARDS. CLEAR MOUTH IF NECESSARY
4. APPLY ARTIFICIAL RESPIRATION
5. SEND FOR A DOCTOR
6. KEEP WARM • WITH BLANKETS, ETC.

ELECTRIC SHOCK

1. PROTECT YOURSELF • WITH DRY INSULATING MATERIAL, DRY LEATHER, WOOD, RUBBER, ETC.
2. BREAK THE CIRCUIT • BY OPENING THE POWER SWITCH OR BY PULLING THE VICTIM FREE OF THE LINE CONDUCTOR
3. DO NOT TOUCH THE VICTIM WITH BARE HANDS • UNTIL THE CIRCUIT IS BROKEN
4. REMOVE FOREIGN MATTER, CHEWING GUM, ETC. • FROM THE VICTIM'S MOUTH
5. START ARTIFICIAL RESPIRATION QUICKLY
6. SEND FOR A DOCTOR
7. KEEP VICTIM WARM • WITH BLANKETS, ETC.

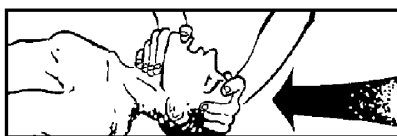
MOUTH TO MOUTH BREATHING RESPIRATION BOUCHE-À-BOUCHE



PARTIALLY BLOCKED
BY TONGUE
NOT ENOUGH TILT
BLOCAGE PARTIEL PAR
LA LANGUE
RENVERSEMENT
INSUFFISANT



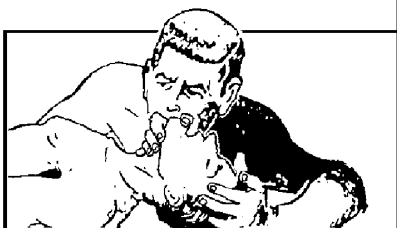
EXTREME TILT WILL CLEAR
TONGUE FROM AIR
PASSAGE
RENVERSEMENT AU MAXIMUM
POUR DÉGAGER LA
LANGUE DES VOIES
RESPIRATOIRES



PINCH NOSTRILS TO
PREVENT LEAKAGE
PINCEZ LE NEZ POUR
EMPÊCHER L'AIR DE
SORTIR



... PLACE MOUTH TIGHTLY OVER SUBJECT'S MOUTH...BLOW IN
... APPLIQUER FERMEMENT LA BOUCHE SUR CELLE DE LA VICTIME...SOUFFLER



ADULTS: A BIG BREATH, 12 TIMES A MINUTE
CHILDREN: A SMALL BREATH, 16 TIMES A MINUTE
ADULTES: 12 INSUFFLATIONS PROFONDES PAR MINUTE
ENFANTS: 16 INSUFFLATIONS PAR MINUTE

- REMOVE YOUR MOUTH
- RELEASE NOSTRILS
- LISTEN FOR AIR TO COME OUT OF SUBJECT'S LUNGS
- LOOK FOR THE FALL OF THE SUBJECT'S CHEST
- BLOW IN AGAIN**
- RETIRER VOTRE BOUCHE
- LÂCHER LE NEZ
- OBSERVER LE BRUIT DE L'AIR QUI SORT DES POUMONS DE LA VICTIME
- OBSERVER LA CONTRACTION DE LA POITRINE
- SOUFFLER DE NOUVEAU**

EN CAS D'URGENCE SACHEZ QUOI FAIRE

Soyez prêt!

NOYADE

1. SORTIR LA VICTIME DE L'EAU
2. DESSERRER LES VÊTEMENTS
3. ÉTENDRE LA VICTIME SUR LE DOS ET DÉGAGER LA BOUCHE AU BESOIN
4. COMMENCER LA RESPIRATION ARTIFICIELLE
5. ENVOYER CHERCHER UN MÉDECIN
6. COUVRIR LA VICTIME (COUVERTURES, ETC.)

ASPHYXIÉ PAR LES GAZ

1. AMENER LA VICTIME À L'AIR PUR
2. DESSERRER LES VÊTEMENTS
3. ÉTENDRE LA VICTIME SUR LE DOS ET DÉGAGER LA BOUCHE AU BESOIN
4. COMMENCER LA RESPIRATION ARTIFICIELLE
5. ENVOYER CHERCHER UN MÉDECIN
6. COUVRIR LA VICTIME (COUVERTURES, ETC.)

ÉLECTROCUTION

1. SE PROTÉGER AVEC DES MATIÈRES ISOLANTES SÈCHES, DU CUIR SEC, DU BOIS, DU CAOUTCHOUC, ETC.
2. COUPER LE CIRCUIT À L'INTERRUPTEUR, OU ÉLOIGNER LA VICTIME DU FIL CONDUCTEUR
3. NE PAS TOUCHER LA VICTIME À MAINS NUES, TANT, QUE LE COURANT N'EST PAS COUPÉ
4. ENLEVER LES CORPS ÉTRANGERS, LA GOMME À MÂCHER, ETC. DE LA BOUCHE DE LA VICTIME
5. COMMENCER IMMÉDIATEMENT LA RESPIRATION ARTIFICIELLE
6. ENVOYER CHERCHER UN MÉDECIN
7. COUVRIR LA VICTIME (COUVERTURES, ETC.)

AIR PASSAGES SHALL BE KEPT OPEN AT ALL TIMES

IF AIR PASSAGES ARE NOT OPEN
THERE WILL BE

- NO SOUND OF ESCAPING AIR
- NO RISE OR FALL OF THE CHEST
- RESISTANCE WHEN BLOWING INTO THE SUBJECT'S MOUTH

THEREFORE CHECK NECK AND HEAD POSITION

CHECK MOUTH AND THROAT FOR FOREIGN
SUBSTANCES.

LES VOIES RESPIRATOIRES DOIVENT ÊTRE TOUJOURS DÉGAGÉES

SI LES VOIES RESPIRATOIRES SONT OBSTRUÉES
ON REMARQUERA

- L'ABSENCE DE BRUIT D'AIR
- L'ABSENCE DE MOUVEMENT DE LA POITRINE
- UNE RÉSISTANCE EN SOUFFLANT DANS LA BOUCHE DE LA VICTIME

PAR CONSÉQUENT VÉRIFIER DE NOUVEAU LA POSITION DU COU
ET DE LA TÊTE
CHERCHER DES CORPS ÉTRANGERS DANS LA BOUCHE
OU LA GORGE.

1996-03-01

HOLGER-NIELSEN METHOD OF ARTIFICIAL RESPIRATION

If breathing stops because of electrocution, drowning, sedative poisoning, gas poisoning, suffocation, or poliomyelitis, start artificial respiration immediately. Do not delay – seconds count. As soon as possible, send someone for a physician.

THE STANDARD TECHNIQUE FOR THE BACK PRESSURE/ARM LIFT METHOD IS AS FOLLOWS:

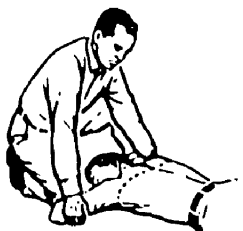
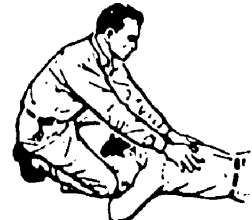
PLACE THE VICTIM FACE DOWN, ELBOWS BENT, ONE HAND ON THE OTHER WITH THE FACE TURNED TO ONE SIDE.

PLACE YOUR HANDS, THUMBS TOUCHING, JUST BELOW A LINE RUNNING BETWEEN THE ARMPITS.

ROCK FORWARD SLOWLY, ELBOWS STRAIGHT, UNTIL ARMS ARE VERTICAL.

ROCK BACKWARD, SLIDING YOUR HANDS TO THE VICTIM'S ARMS, JUST ABOVE THE ELBOWS.

RAISE THE ARMS UNTIL RESISTANCE AND TENSION ARE FELT AT THE VICTIM'S SHOULDERS.



MÉTHODE DE RESPIRATION ARTIFICIELLE HOLGER-NIELSEN

S'il y a arrêt de la respiration par suite d'électrocution, de noyade, d'empoisonnement par des sédatifs ou des gaz, de suffocation ou de poliomyélite, commencer immédiatement la respiration artificielle. Agir rapidement car chaque seconde compte. Envoyer chercher un médecin dès que possible.

LA RESPIRATION PAR PRESSION DORSALE ET SOULÈVEMENT DES BRAS SE PRATIQUE COMME SUIT :

PLACER LA VICTIME À PLATE VENTRE, COUDES PLIÉS, TÊTE SUR LE CÔTÉ REPOSANT SUR LES MAINS À PLAT L'UNE SUR L'AUTRE.

PLACER LES MAINS, LES DOIGTS SE TOUCHANT, JUSTE AU-DESSOUS D'UNE LIGNE FICTIVE ALLANT D'UNE AISSELLE À L'AUTRE.

SE PENCHER LENTEMENT EN AVANT, LES COUDES RAIDIS, JUSQU'À CE QU'ON AIT LES BRAS À LA VERTICALE.

REVENIR EN ARRIÈRE, EN GLISSANT LES MAINS SUR LES BRAS DE LA VICTIME JUSQU'À PROXIMITÉ DES COUDES.

SOULEVER LES BRAS DE LA VICTIME JUSQU'À CE QU'ON SENTE UNE RÉSISTANCE ET UNE TENSION AU NIVEAU DE SES ÉPAULES.

REPEAT THE CYCLE 12 TIMES PER MINUTE.
RÉPÉTER CETTE SÉRIE DE MOUVEMENTS 12 FOIS PAR MINUTE.

TABLE OF CONTENTS

PART 1 – SYSTEM REQUIREMENTS. . .	1-1-1/1-1-2
Section 1 – General.	1-1-1/1-1-2
SCOPE	1-1-1/1-1-2
DEFINITION	1-1-1/1-1-2
Section 2 – Health and Safety	1-2-1
HEALTH RISKS ASSOCIATED WITH PETROLEUM PRODUCTS	1-2-1
FLAMMABILITY HAZARDS OF PETROLEUM PRODUCTS	1-2-2
Classification of Petroleum Products According to Flammability	1-2-2
VAPOUR FLAMMABILITY LIMITS	1-2-2
Aerosol Flammability Limits	1-2-3
Autoignition	1-2-4
Precautions	1-2-4
HANDLING AND DISPOSAL OF USED PETROLEUM AND ASSOCIATED PRODUCTS	1-2-5
STORAGE AND HANDLING OF PETROLEUM AND RELATED WASTE . .	1-2-5
CHEMICALS AND PROCESSES	1-2-6
Section 3 – Design	1-3-1
HYDRAULIC FLUID	1-3-1
PRESSURE	1-3-1
PIPING DESIGN	1-3-1
FLUID VELOCITY	1-3-2
SYSTEM ARRANGEMENTS	1-3-2
MATERIALS	1-3-5

TABLE DES MATIÈRES

PARTIE 1 – EXIGENCES DU SYSTÈME	1-1-1/1-1-2
Section 1 – Généralités	1-1-1/1-1-2
OBJET	1-1-1/1-1-2
DÉFINITION	1-1-1/1-1-2
Section 2 – Santé et sécurité.	1-2-1
RISQUES POUR LA SANTÉ RELIÉS À L'UTILISATION DE PRODUITS PÉTROLIERS.	1-2-1
DANGERS D'INFLAMMATION DES PRODUITS PÉTROLIERS.	1-2-2
Classification des produits pétroliers selon leur inflammabilité.	1-2-2
LIMITES D'INFLAMMABILITÉ DES VAPEURS	1-2-2
Limites d'inflammabilité des aérosols	1-2-3
Inflammation spontanée	1-2-4
Précautions.	1-2-4
MANUTENTION ET ÉLIMINATION DE PÉTROLE USAGÉ ET DE PRODUITS CONNEXES	1-2-5
ENTREPOSAGE ET MANUTENTION DU PÉTROLE ET DES DÉCHETS CONNEXES	1-2-5
PRODUITS CHIMIQUES ET PROCESSUS. . .	1-2-6
Section 3 – Conception	1-3-1
LIQUIDE HYDRAULIQUE	1-3-1
PRESSION.	1-3-1
CONCEPTION DE LA TUYAUTERIE.	1-3-1
VITESSE DU LIQUIDE	1-3-2
DISPOSITION DU SYSTÈME	1-3-2
MATÉRIAUX.	1-3-5

TABLE OF CONTENTS (Cont.)

Section 4 – Equipment Selection.	1-4-1
GENERAL.	1-4-1
HYDRAULIC PUMPS AND MOTORS	1-4-1
RAMS AND HYDRAULIC CYLINDERS	1-4-1
ACCUMULATORS	1-4-2
FLUID RESERVOIRS.	1-4-3
FILTERS AND STRAINERS	1-4-4
VALVES.	1-4-6
HEAT EXCHANGERS.	1-4-7
HEATERS	1-4-7
PIPING SYSTEM COMPONENTS	1-4-8
LEAKAGE CONTROL.	1-4-8
Section 5 – Fabrication and Installation	1-5-1
FABRICATION	1-5-1
CLEANING	1-5-1
STORAGE.	1-5-1
INSTALLATION.	1-5-2
ROUTING AND CLEARANCE	1-5-3
Section 6 – Tests.	1-6-1
HYDROSTATIC TESTS – BEFORE INSTALLATION.	1-6-1
HYDROSTATIC TESTS – AFTER INSTALLATION.	1-6-1
OPERATION TESTS.	1-6-2

TABLE DES MATIÈRES (suite)

Section 4 – Sélection de l'équipement	1-4-1
GÉNÉRALITÉS	1-4-1
POMPES ET MOTEURS HYDRAULIQUES.	1-4-1
VÉRINS ET CYLINDRES HYDRAULIQUES.	1-4-1
ACCUMULATEURS	1-4-3
RÉSERVOIRS	1-4-3
FILTRES ET CRÉPINES	1-4-4
SOUPAPES	1-4-6
ÉCHANGEURS DE CHALEUR	1-4-7
CHAUFFERETTES	1-4-7
COMPOSANTS DU SYSTÈME DE TUYAUTERIE.	1-4-8
CONTRÔLE DES FUITES	1-4-8
Section 5 – Fabrication et installation	1-5-1
FABRICATION	1-5-1
NETTOYAGE	1-5-1
ENTREPOSAGE	1-5-1
INSTALLATION.	1-5-2
CANALISATION ET DÉGAGEMENT	1-5-3
Section 6 – Essais	1-6-1
ESSAIS HYDROSTATIQUES – AVANT L'INSTALLATION	1-6-1
ESSAIS HYDROSTATIQUES – APRÈS L'INSTALLATION	1-6-1
ESSAIS DE FONCTIONNEMENT	1-6-2

TABLE OF CONTENTS (Cont.)

PART 2 – CLEANING AND PROTECTION OF PIPING	2-1-1/2-1-2
Section 1 – General	2-1-1/2-1-2
SCOPE	2-1-1/2-1-2
Section 2 – Detailed Requirements	2-2-1
GENERAL	2-2-1
FACILITIES AND EQUIPMENT	2-2-2
CLEANING PROCEDURES – FERROUS PIPING – NEW AND USED	2-2-2
Inspection	2-2-2
Cleaning Piping Prior to Heating – New Pipe Only	2-2-3
Rinsing	2-2-4
Removal of Carbon Deposits and Paint – Used Pipe Only	2-2-4
Rinsing	2-2-4
Fabrication	2-2-5
Pickling (Rust and Scale Removal)	2-2-5
Rinsing	2-2-6
Neutralising the Acid	2-2-6
Rinsing	2-2-6
Internal Burnishing	2-2-7
Drying	2-2-7
Visual Inspection	2-2-7
Preservation	2-2-8
Capping and Sealing Open Ends	2-2-9
Identification after Cleaning	2-2-9
Storage	2-2-9
CLEANING PROCEDURES – NON-FERROUS PIPING – NEW AND USED	2-2-9
Inspection	2-2-9
Degreasing	2-2-9
Removal of Carbon Deposits and Paint (Used Non-Ferrous Pipes)	2-2-9
Rinsing	2-2-9
Fabrication	2-2-10
Visual Inspection	2-2-10
Pickling	2-2-10
Rinsing	2-2-11
Neutralising the Acid	2-2-11
Washing after Neutralising	2-2-11
Drying	2-2-11

TABLE DES MATIÈRES (suite)

PARTIE 2 – NETTOYAGE ET PROTECTION DE LA TUYAUTERIE	2-1-1/2-1-2
Section 1 – Généralités	2-1-1/2-1-2
PORTÉE	2-1-1/2-1-2
Section 2 – Exigences détaillées	2-2-1
GÉNÉRALITÉS	2-2-1
INSTALLATIONS ET ÉQUIPEMENT	2-2-2
PROCÉDURES DE NETTOYAGE – TUYAUTERIE FERREUSE – NEUVE ET USAGÉE	2-2-2
Inspection	2-2-2
Nettoyage de tuyauterie avant le chauffage – tuyaux neufs seulement	2-2-3
Rinçage	2-2-4
Décapage des dépôts de carbone et de la peinture – tuyaux usagés seulement	2-2-4
Rinçage	2-2-4
Fabrication	2-2-5
Dérochage (élimination de la rouille et du tartre)	2-2-5
Rinçage	2-2-6
Neutralisation de l'acide	2-2-6
Rinçage	2-2-6
Polissage interne	2-2-7
Séchage	2-2-7
Inspection visuelle	2-2-7
Conservation	2-2-8
Obturation et scellage des bouts ouverts	2-2-9
Étiquetage après le nettoyage	2-2-9
Entreposage	2-2-9
PROCÉDURES DE NETTOYAGE – TUYAUTERIE NON FERREUSE – NEUVE ET USAGÉE	2-2-9
Inspection	2-2-9
Dégraissage	2-2-9
Décapage des dépôts de carbone et de la peinture (tuyaux non ferreux usagés)	2-2-9
Rinçage	2-2-9
Fabrication	2-2-10
Inspection visuelle	2-2-10
Dérochage	2-2-10
Rinçage	2-2-11
Neutralisation de l'acide	2-2-11
Lavage après la neutralisation	2-2-11
Séchage	2-2-11

TABLE OF CONTENTS (Cont.)

Visual Inspection	2-2-12
Preservation	2-2-12
Capping and Sealing Open Ends	2-2-12
Identification After Cleaning	2-2-12
Storage	2-2-12
Cleaning Procedures – Stainless Steel Piping - Used	2-2-12

**PART 3 – CONTAMINATION CONTROL,
ALLOWABLE HYDRAULIC SYSTEM
CONTAMINATION LEVELS, AND
ALLOWABLE FLUID DEGRADATION
LEVELS 3-1-1/3-1-2**

Section 1 – General. 3-1-1/3-1-2

SCOPE 3-1-1/3-1-2

Section 2 – Contamination Control 3-2-1

GENERAL 3-2-1

CONTAMINATION 3-2-1

CONTAMINATION TYPES AND SOURCES . . 3-2-1

SOLID CONTAMINATION 3-2-2

Solid Particle Size 3-2-3

Solid Contaminate Wear 3-2-4

ORGANIC CONTAMINATION 3-2-4

FLUID CONTAMINATION 3-2-6

GASEOUS CONTAMINATION 3-2-6

MICROBIOLOGICAL CONTAMINATION 3-2-7

CONTAMINATION REDUCTION AND
CONTROL 3-2-7

DESIGN 3-2-8

CLEANING AND INSTALLATION 3-2-8

MAINTENANCE 3-2-8

TABLE DES MATIÈRES (suite)

Inspection visuelle	2-2-12
Conservation	2-2-12
Obturation et scellage des bouts ouverts	2-2-12
Étiquetage après le nettoyage	2-2-12
Entreposage	2-2-12
Procédures de nettoyage – tuyauterie d'acier inoxydable – usagée	2-2-12

**PARTIE 3 – CONTRÔLE DE LA
CONTAMINATION, NIVEAUX DE
CONTAMINATION PERMIS DANS
LE SYSTÈME HYDRAULIQUE ET
NIVEAUX DE DÉGRADATION DE
LIQUIDE PERMIS 3-1-1/3-1-2**

Section 1 – Généralités 3-1-1/3-1-2

PORTÉE 3-1-1/3-1-2

Section 2 – Contrôle de la contamination. . . 3-2-1

GÉNÉRALITÉS 3-2-1

CONTAMINATION 3-2-1

TYPES ET SOURCES DE CONTAMINATION. 3-2-1

CONTAMINATION SOLIDE 3-2-2

Taille des particules solides 3-2-3

Usure causée par les contaminants solides . . 3-2-4

CONTAMINATION ORGANIQUE 3-2-4

CONTAMINATION LIQUIDE 3-2-6

CONTAMINATION GAZEUSE 3-2-6

CONTAMINATION MICROBIOLOGIQUE 3-2-7

RÉDUCTION ET CONTRÔLE DE LA
CONTAMINATION 3-2-7

CONCEPTION 3-2-8

NETTOYAGE ET INSTALLATION 3-2-8

MAINTENANCE 3-2-8

TABLE OF CONTENTS (Cont.)

Section 3 - Allowable Hydraulic System Contamination Levels	3-3-1
GENERAL	3-3-1
ALLOWABLE CONTAMINATION LEVELS – SOLIDS	3-3-1
ALLOWABLE CONTAMINATION LEVELS	3-3-2
METHODS OF DETERMINING ISO PARTICULATE CONTAMINATION LEVELS	3-3-6
CONTAMINATION LEVELS FOR CLASS HYDRAULIC SYSTEMS	3-3-6
GENERAL GUIDELINE FOR SELECTION AN ISO CONTAMINATION LEVEL FOR A HYDRAULIC SYSTEM	3-3-14
ALLOWABLE CONTAMINATION LEVELS – FLUIDS	3-3-14
Section 4 – Allowable Fluid Degradation Levels	3-4-1
GENERAL	3-4-1
FLUID CONDITION	3-4-2
Fluid Degradation	3-4-2
Viscosity	3-4-2
Acid Number	3-4-3
Elemental Analysis	3-4-5
PART 4 - SAMPLE COLLECTION AND ANALYSIS	4-1-1/4-1-2
Section 1 - General	4-1-1/4-1-2
SCOPE	4-1-1/4-1-2
Section 2 - Sample Collection	4-2-1
GENERAL	4-2-1
SAMPLE COLLECTION GUIDELINES	4-2-2

TABLE DES MATIÈRES (suite)

Section 3 – Niveaux de contamination permis du système hydraulique	3-3-1
GÉNÉRALITÉS	3-3-1
NIVEAUX DE CONTAMINATION PERMIS – SOLIDES	3-3-1
NIVEAUX DE CONTAMINATION PERMIS	3-3-2
MÉTHODES POUR DÉTERMINER LES NIVEAUX DE CONTAMINATION PARTICULAIRES ISO	3-3-6
NIVEAUX DE CONTAMINATION DES SYSTÈMES HYDRAULIQUES POUR DIFFÉRENTS TYPES DE NAVIRES	3-3-6
LIGNES DIRECTRICES POUR LA SÉLECTION D'UN NIVEAU DE CONTAMINATION ISO D'UN SYSTÈME HYDRAULIQUE	3-3-14
NIVEAUX DE CONTAMINATION PERMIS – LIQUIDES	3-3-14
Section 4 – Niveaux de dégradation permis du liquide	3-4-1
GÉNÉRALITÉS	3-4-1
ÉTAT DU LIQUIDE	3-4-2
Dégradation du liquide	3-4-2
Viscosité	3-4-2
Indice d'acide	3-4-3
Analyse élémentaire	3-4-5
PARTIE 4 – PRÉLÈVEMENT ET ANALYSE DES ÉCHANTILLONS	4-1-1/4-1-2
Section 1 – Généralités	4-1-1/4-1-2
PORTÉE	4-1-1/4-1-2
Section 2 – Prélèvement des échantillons	4-2-1
GÉNÉRALITÉS	4-2-1
LIGNES DIRECTRICES CONCERNANT LE PRÉLÈVEMENT DES ÉCHANTILLONS	4-2-2

TABLE OF CONTENTS (Cont.)

COLLECTING BOTTLED SAMPLES	4-2-3
SAMPLE CONTAINERS	4-2-3
SAMPLING PUMP	4-2-4
SAMPLING POINTS	4-2-4
LOCATION OF SAMPLE PORTS	4-2-5
SAMPLE PORT CONFIGURATION	4-2-7
SAMPLING FROM FLUID LINES	4-2-11
SAMPLING FROM RESERVOIRS	4-2-13
SAMPLING USING AUTOMATIC IN-LINE PARTICLE COUNTER	4-2-15
SAMPLING INTERVAL	4-2-15
SAMPLE IDENTIFICATION	4-2-15
Section 3 - Sample Analysis	4-3-1
SYSTEM ANALYSIS – SHIPS	4-3-1
General	4-3-1
Particulate Contamination	4-3-1
Water Contamination	4-3-2
SAMPLE ANALYSIS - FLEET MAINTENANCE FACILITY	4-3-2
Particulate Contamination	4-3-3
Automatic Particle Counter	4-3-3
ISO Patch Test Analysis	4-3-3
OCCAP	4-3-3
Water Contamination	4-3-4
SAMPLE ANALYSIS - LABORATORY	4-3-4
Shipping Requirements	4-3-4

TABLE DES MATIÈRES (suite)

PRÉLÈVEMENT DES ÉCHANTILLONS EN BOUTEILLE	4-2-3
RÉCIPIENTS POUR L'ÉCHANTILLONNAGE	4-2-3
POMPE D'ÉCHANTILLONNAGE	4-2-4
POINTS D'ÉCHANTILLONNAGE	4-2-4
EMPLACEMENT DES ORIFICES D'ÉCHANTILLONNAGE	4-2-5
CONFIGURATION DE L'ORIFICE D'ÉCHANTILLONNAGE	4-2-7
ÉCHANTILLONNAGE PRÉLEVÉ DES CONDUITES DE LIQUIDE	4-2-11
ÉCHANTILLONNAGE PRÉLEVÉ DES RÉSERVOIRS	4-2-13
PRÉLÈVEMENT DES ÉCHANTILLONS EN UTILISANT UN COMPTEUR DE PARTICULES AUTOMATIQUE CONTINU	4-2-15
INTERVALLE D'ÉCHANTILLONNAGE	4-2-15
IDENTIFICATION DES ÉCHANTILLONS	4-2-15
Section 3 – Analyse des échantillons	4-3-1
ANALYSE DES ÉCHANTILLONS – NAVIRES	4-3-1
Généralités	4-3-1
Contamination particulaire	4-3-1
Contamination d'eau	4-3-2
ANALYSE DES ÉCHANTILLONS – INSTALLATIONS DE MAINTENANCE DE LA FLOTTE	4-3-2
Contamination particulaire	4-3-3
Compteur de particules automatique	4-3-3
Nécessaire d'échantillonnage ISO	4-3-3
Programme de l'analyse de l'état des huiles et des agents de refroidissement (OCCAP)	4-3-3
Contamination d'eau	4-3-4
ANALYSE DES ÉCHANTILLONS – LABORATOIRE	4-3-4
Exigences d'expédition	4-3-4

TABLE OF CONTENTS (Cont.)

PART 5 - HYDRAULIC SYSTEM FILLING, TOPPING-UP, DRAINING AND FLUSHING	5-1-1
Section 1 - General	5-1-1
SCOPE	5-1-1
Section 2 - Filling and Topping-up Instructions	5-2-1
GENERAL	5-2-1
FILLING INSTRUCTIONS (NEW SYSTEMS)	5-2-1
FILLING PROCEDURES	5-2-2
PREPARATORY CHECKS	5-2-2
INTEGRAL FILLING CONNECTION	5-2-3
PORTABLE OIL FILTRATION UNIT CONNECTION	5-2-3
PREMATURE FILTER CLOGGING DURING FILLING PROCEDURE	5-2-4
CLOSED-CYCLED FILTRATION	5-2-4
Section 3 - Draining Instructions	5-3-1
GENERAL	5-3-1
DRAIN PORTS	5-3-2
LOCAL DRAINING	5-3-2
BULK DRAINING	5-3-2
Section 4 - Flushing Instructions	5-4-1
GENERAL	5-4-1
FLUSHING PROCEDURES AND REQUIREMENTS TO REMOVE CONTAMINATION	5-4-1
SYSTEM FLUSHING INSTRUCTIONS	5-4-4
PRESERVATION AFTER FLUSHING	5-4-5

TABLE DES MATIÈRES (suite)

PARTIE 5 – REMPLISSAGE, VIDANGE ET RINÇAGE DES SYSTÈMES HYDRAULIQUES	5-1-1
Section 1 – Généralités	5-1-1
PORTÉE	5-1-1
Section 2 – Instructions de remplissage	5-2-1
GÉNÉRALITÉS	5-2-1
INSTRUCTIONS DE REMPLISSAGE (SYSTÈMES NEUFS)	5-2-1
PROCÉDURES DE REMPLISSAGE	5-2-2
VÉRIFICATIONS PRÉLIMINAIRES	5-2-2
RACCORD DE REMPLISSAGE INTÉGRAL	5-2-3
RACCORD DE L'UNITÉ DE FILTRATION D'HUILE TRANSPORTABLE	5-2-3
BLOCAJE PRÉMATURÉ DU FILTRE DURANT LE REMPLISSAGE	5-2-4
FILTRATION À CYCLE FERMÉ	5-2-4
Section 3 – Instructions de vidange	5-3-1
GÉNÉRALITÉS	5-3-1
ORIFICES DE VIDANGE	5-3-2
VIDANGE LOCALE	5-3-2
VIDANGE EN MASSE	5-3-2
Section 4 – Instructions de rinçage	5-4-1
GÉNÉRALITÉS	5-4-1
PROCÉDURES ET EXIGENCES DE RINÇAGE POUR ENLEVER LA CONTAMINATION	5-4-1
INSTRUCTIONS DE RINÇAGE DU SYSTÈME	5-4-4
CONSERVATION APRÈS LE RINÇAGE	5-4-5

TABLE OF CONTENTS (Cont.)

PROCEDURE WHEN SYSTEM FLUSHING
EQUIPMENT IS NOT AVAILABLE 5-4-5

**ANNEX A – PREPARATION AND MAINTENANCE
OF SOLUTIONS. A-1**

DEGREASERS A-1

PAINT AND CARBON REMOVER A-1

20 PERCENT INHIBITED HYDROCHLORIC ACID
SOLUTION A-2

10 PERCENT SULFURIC ACID SOLUTION . . . A-3

0.5 PERCENT SODIUM NITRITE SOLUTION . . A-5

AMMONIUM HYDROXIDE SOLUTION A-5

SODIUM CARBONATE/CALCIUM HYDROXIDE
SOLUTION A-5

NITRIC ACID/HYDROFLUORIC ACID
SOLUTION A-5

**ANNEX B – CAPPING AND SEALING
OPEN ENDS. B-1/B-2**

TABLE DES MATIÈRES (suite)

PROCÉDURE À UTILISER SI
L'ÉQUIPEMENT DE RINÇAGE
N'EST PAS DISPONIBLE 5-4-5

**ANNEXE A – PRÉPARATION ET
MAINTENANCE DES SOLUTIONSA-1**

DÉGRAISSANTSA-1

DÉCAPANTS POUR LA PEINTURE ET LE
CARBONEA-1

SOLUTION DE 20 POUR 100 D'ACIDE
HYDROCHLORIQUE INHIBÉA-2

SOLUTION DE 10 POUR 100 D'ACIDE
SULFURIQUEA-3

SOLUTION DE 0.5 POUR 100 DE
NITRITE DE SODIUMA-5

SOLUTION D'HYDROXYDE D'AMMONIUMA-5

SOLUTION DE CARBONATE DE SODIUM /
D'HYDROXYDE DE CALCIUMA-5

SOLUTION D'ACIDE NITRIQUE /
HYDROFLUORIQUEA-5

**ANNEXE B – OBTURATION ET SCELLAGE
DES BOUTS OUVERTS B-1/B-2**

LIST OF FIGURES

FIGURE	TITLE	PAGE
1-5-1	Table of Recommended Maximum Support Spacing	1-5-4
3-2-1	Table of Typical Component Clearances	3-2-5
3-3-1	Allocation of ISO Scale Numbers	3-3-4
3-3-2	Correlation of Cleanliness Standards	3-3-5
3-3-3(a)	Allowable Cleanliness Levels for HFX Class Vehicles	3-3-8
3-3-3(b)	Allowable Cleanliness Levels for IRO Class Vehicles	3-3-10
3-3-3(c)	Allowable Cleanliness Levels for PTR Class Vehicles	3-3-12
3-3-3(d)	Allowable Cleanliness Levels for Miscellaneous Vessel Classes	3-3-14
3-3-4	Suggested Cleanliness Levels for Various Groups of Hydraulic Systems	3-3-16
3-4-1	New Hydraulic Fluid Viscosity Specifications	3-4-3
3-4-2	Allowable Use Limits for Hydraulic Limits	3-4-4
3-4-3	List of Typical Elements within Hydraulic Fluid	3-4-6
4-2-1(a)	Flow Rate, Temperature and Pipe Bore Relationship (Reynolds Number = 4000) for 3-GP-36Mb Grade 22	4-2-8
4-2-1(b)	Flow Rate, Temperature and Pipe Bore Relationship (Reynolds Number = 4000) for 3-GP-36Mb Grade 32	4-2-8
4-2-1(c)	Flow Rate, Temperature and Pipe Bore Relationship (Reynolds Number = 4000) for 3-GP-36Mb Grade 68	4-2-9
4-2-1(d)	Flow Rate, Temperature and Pipe Bore Relationship (Reynolds Number = 4000) for MIL-F-17111B(OS)	4-2-9

LISTE DES FIGURES

FIGURE	TITRE	PAGE
1-5-1	Tableau de l'espacement maximal recommandé des supports	1-5-4
3-2-1	Tableau des dégagements de composant typiques	3-2-5
3-3-1	Attribution des chiffres d'échelle ISO	3-3-4
3-3-2	Corrélation entre les standards de propreté	3-3-5
3-3-3(a)	Niveaux de propreté permis pour les navires de types HFX	3-3-8
3-3-3(b)	Niveaux de propreté permis pour les navires de types IRO	3-3-10
3-3-3(c)	Niveaux de propreté permis pour les navires de types PTR	3-3-12
3-3-3(d)	Niveaux de propreté permis pour les navires de types divers	3-3-14
3-3-4	Niveaux de propreté suggérés pour divers types de systèmes hydrauliques	3-3-16
3-4-1	Viscosités des nouveaux liquides hydrauliques	3-4-3
3-4-2	Limites permises pour les liquides hydrauliques	3-4-4
3-4-3	Liste des éléments types dans les liquides hydrauliques	3-4-6
4-2-1(a)	Rapport entre le débit, la température et le diamètre intérieur de tuyau pour le liquide conforme à la norme 3-GP-36Mb catégorie 22 (numéro de Reynolds = 4000)	4-2-8
4-2-1(b)	Rapport entre le débit, la température et le diamètre intérieur de tuyau pour le liquide conforme à la norme 3-GP-36Mb catégorie 32 (numéro de Reynolds = 4000)	4-2-8
4-2-1(c)	Rapport entre le débit, la température et le diamètre intérieur de tuyau pour le liquide conforme à la norme 3-GP-36Mb catégorie 68 (numéro de Reynolds = 4000)	4-2-9
4-2-1(d)	Rapport entre le débit, la température et le diamètre intérieur de tuyau pour le liquide conforme à la norme MIL-F-17111B (OS) (numéro de Reynolds = 4000)	4-2-9

4-2-1(e) Flow Rate, Temperature and Pipe Bore
Relationship (Reynolds Number = 4000)
for MIL-L-17331G 4-2-10

4-2-1(f) Flow Rate, Temperature and Pipe Bore
Relationship (Reynolds Number = 4000)
for MIL-H-83282C 4-2-10

4-2-1(e) Rapport entre le débit, la température
et le diamètre intérieur de tuyau
pour le liquide conforme à la norme
MIL-L-17331G (numéro de Reynolds =
4000) 4-2-10

4-2-1(f) Rapport entre le débit, la température
et le diamètre intérieur de tuyau
pour le liquide conforme à la norme
MIL-H-83282C (numéro de Reynolds
= 4000). 4-2-10

PART 1**SYSTEM REQUIREMENTS****SECTION 1****GENERAL****SCOPE**

1. This Canadian Forces Technical Order (CFTO) states the general design requirements, fabrication and installation practices, cleanliness standards and monitoring procedures applicable to hydraulic power transmission systems and associated equipment for HMC ships.

2. Unless otherwise directed by NDHQ, MARCOM (HQ) or by contract documents (for example, procurement specifications), compliance with this CFTO shall govern acceptance of new construction, new procurement, refit/refurbishment and life cycle maintenance of hydraulic power transmission systems, their components and associated equipment.

DEFINITION

3. Hydraulic power transmission systems are closed piping systems that utilise a liquid under pressure for the transmission of power. These systems, which incorporate components such as pumps, hydraulic motors, cylinders, reservoirs, gauges, accumulators, filters, piping, fittings, seals and valves, are designed to provide smooth speed and directional control, energy storage for surge loads, quietness of operation, application of intensified force and flexibility of power plant location.

PARTIE 1**EXIGENCES DU SYSTÈME****SECTION 1****GÉNÉRALITÉS****OBJET**

1. Cette instruction technique des forces canadiennes (ITFC) contient les critères de conception, les pratiques de fabrication et d'installation, les normes et les procédures de contrôle de propreté des systèmes hydrauliques et de l'équipement connexe des navires CSM.

2. Sauf autorisation contraire provenant du QGDN, du QG COMAR ou de documents contractuels (par exemple le cahier des charges), la conformité à cette ITFC prévaut en cas d'acceptation de nouvelle construction, d'acquisition, de réaménagement ou de remise à neuf et de gestion de cycle de vie de systèmes hydrauliques, y compris les composants et l'équipement connexe.

DÉFINITION

3. Les systèmes hydrauliques comprennent des systèmes de tuyauterie fermés qui utilisent un liquide sous pression pour la transmission d'énergie. Ces systèmes, qui peuvent comprendre des composants tels que des pompes, des moteurs hydrauliques, des cylindres, des réservoirs, des jauges, des accumulateurs, des filtres, de la tuyauterie, des raccords, des joints et des soupapes, sont conçus afin d'offrir des commandes de vitesse et de distribution souples, l'emmagasinement d'énergie en cas de surcharges, un fonctionnement silencieux, une pression d'amplification et une flexibilité au niveau de l'emplacement du groupe moteur.

SECTION 2

HEALTH AND SAFETY

HEALTH RISKS ASSOCIATED WITH PETROLEUM PRODUCTS

1. The primary health hazards associated with petroleum products arise from skin contact and inhalation. Although the degree of hazard varies appreciably depending on the specific product, skin contact with petroleum products and inhalation of petroleum vapours and mists should always be minimised. Over-exposure may cause irritation of the eyes, nose and throat, dizziness, nausea and headache. High concentrations have an anaesthetic effect causing unconsciousness and finally paralysis and death. Prolonged skin contact with petroleum products will remove the skin's natural oils, resulting in clogging of the pores and hardening and cracking of the skin. This may lead to infection or dermatitis. Specific information on health and flammability hazards, and instructions for dealing with them, can be found in product Material Safety Data Sheets (MSDSs) as required under Canada's Workplace Hazardous Material Information System (WHMIS) legislation. MSDSs accompany materials when they are delivered and are normally filed with the unit supply section. Units having problems with MSDSs should contact Base Supply or the Formation Logistics Office. D Safe G is the NDHQ authority responsible for the implementation of WHMIS. DMSS 2 is the authority for the implementation of WHMIS provisions on HMC Ships. D Sup is responsible for assuring the availability of MSDSs for all products within the CF supply system (CFSS). MSDSs can be found in National Material Information Management System (NMIMS) as well as A-LM-187-004/JS-001. The General Safety Program (GSP) A-GG-040-004/AG-001 details hazardous material safety, policies and procedures. The "Reference Book on Petroleum and Associated Products", CFTO C-82-007-001/AF-000, provides details on hydraulic fluids normally used by CF.

SECTION 2

SANTÉ ET SÉCURITÉ

RISQUES POUR LA SANTÉ RELIÉS À L'UTILISATION DE PRODUITS PÉTROLIERS

1. Les principaux risques pour la santé reliés à l'utilisation de produits se présentent en cas de contact avec la peau et d'inhalation. Même si l'ampleur du risque varie selon le type de produit, le contact de produits pétroliers avec la peau et l'inhalation de vapeurs ou de brouillard de produits pétroliers doivent être minimisés autant que possible. Une surexposition peut occasionner l'irritation des yeux, du nez et de la gorge, l'étourdissement, la nausée et le mal de tête. Dans le cas de concentrations fortes, il peut y avoir un effet anesthésique qui mène à un état d'inconscience, et ensuite à la paralysie et la mort. Une exposition prolongée de la peau aux produits pétroliers occasionnera la perte de l'huile naturelle de la peau et l'encrassement des pores, et donc le durcissement et le fissurage de la peau. Ceci peut causer une infection ou une dermatite. De l'information spécifique sur les risques pour la santé et les dangers d'inflammation, et les procédures connexes, se trouvent dans les fiches signalétiques (FS) tel que prescrit par la loi canadienne du Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT). Les FS sont livrées avec les matériaux et sont habituellement déposées à la section d'approvisionnement de l'unité. Les unités ayant besoin d'aide concernant les FS peuvent joindre la section d'approvisionnement de la base ou le bureau de formation logistique. Le directeur – sécurité générale (DSG) est l'autorité au QGDN responsable pour la mise en application du SIMDUT. Le DSN 2 est l'autorité responsable pour la mise en application du SIMDUT sur les navires CSM. Le directeur – approvisionnement (D Appro) est responsable d'assurer la disponibilité de tous les produits du système d'approvisionnement des Forces canadiennes (SAFC). Les FS se trouvent dans le système de gestion de l'information du matériel national (SGIMN) ainsi que dans l'ITFC A-LM-187-004/JS-001. Le programme de sécurité générale (PSG) A-GG-040-004/AG-001 décrit les mesures de sécurité et les politiques relatives aux matières dangereuses. L'ITFC C-82-007-001/AF-00, ouvrage de référence sur le pétrole et les produits connexes, contient de l'information sur les liquides hydrauliques utilisés par les FC.

FLAMMABILITY HAZARDS OF PETROLEUM PRODUCTS

2. When a petroleum product burns, it is the vapour evaporating from the surface that is burning. The rate at which vapour is evolved from a petroleum liquid is a function of its volatility that increases with temperature. Volatile and non-volatile petroleum products are classified by their flash points.

Classification of Petroleum Products According to Flammability

3. There is considerable variation in the classification systems used by different countries. However, for CF purposes, the division of petroleum products into two broad categories ensures that proper precautions can be observed in the handling of these materials. These categories are defined as:

- a. volatile products - products having a closed cup flash point below 60°C, and
- b. non-volatile products - products having a closed cup flash point 60°C and above.

4. These classifications conform to NATO guide specifications for naval fuels and must be adhered to by CF ships. Only products classified as non-volatile may be embarked and carried on board CF ships in unprotected stowage.

VAPOUR FLAMMABILITY LIMITS

5. Petroleum vapour can be ignited and will burn when mixed with air in certain proportions. If the ratio of petroleum vapour to air is too small, the mixture is said to be too lean; with too much petroleum vapour the mixture is too rich. In either case the vapour will not burn. The limiting proportions, which are known as the lower and upper flammable or explosive limits respectively (LEL and UEL), vary depending on the chemical composition of petroleum liquids, but generally lie between 1 percent and 10 percent vapour by volume in air.

DANGERS D'INFLAMMATION DES PRODUITS PÉTROLIERS

2. Lorsqu'un produit pétrolier brûle, c'est la vapeur s'évaporant à la surface du produit qui brûle. Le taux auquel la vapeur s'échappe du produit pétrolier est relié à la volatilité qui augmente lorsqu'il y a une hausse de température. Les produits pétroliers volatils et non volatils sont classifiés selon leur point d'éclair.

Classification des produits pétroliers selon leur inflammabilité

3. Il existe des variations considérables parmi les systèmes de classification des différents pays. Toutefois, dans le cas des FC, les produits pétroliers sont répartis en deux grandes catégories, ce qui facilite la manutention adéquate de ces matières. Ces catégories sont les suivantes :

- a. produits volatils - produits ayant un point d'éclair en vase clos inférieur à 60 °C, et
- b. produits non volatils - produits ayant un point d'éclair en vase clos de 60 °C ou plus.

4. Ce système de classification est conforme aux normes de l'OTAN pour les carburants de navire et doit être utilisé pour les navires des FC. Seulement les produits non volatils peuvent être montés à bord et transportés en entreposage non protégé sur les navires des FC.

LIMITES D'INFLAMMABILITÉ DES VAPEURS

5. Les vapeurs des produits pétroliers peuvent s'enflammer et brûler lorsqu'elles sont mélangées avec de l'air selon les bonnes proportions. Si le rapport entre la vapeur de produit pétrolier et l'air est trop petit, le mélange est décrit comme étant trop pauvre tandis que s'il y a trop de vapeur de produit pétrolier, le mélange est trop riche. Dans les deux cas, la vapeur ne brûlera pas. Les proportions limites, nommées respectivement limites inférieure et supérieure d'explosivité (LIE et LSE), varient selon la composition chimique des liquides pétroliers, mais se situent habituellement entre 1 et 10 pour 100 du volume d'air.

6. Any combustible vapour must be heated to a minimum temperature (ignition temperature) before it will ignite. Ignition may then be caused by any of the following:

- a. Open flames, including smoking materials;
- b. welding and cutting sparks;
- c. sparks from mechanical and friction sources;
- d. discharges from electrical equipment including sparks, arcs and radio-frequency emissions;
- e. hot surfaces, such as high temperature steam lines, and exhaust manifolds;
- f. discharge of static electricity, including discharge of static generated during filling or draining; and lightning.

7. It is important to note that most petroleum vapours are heavier than air and tend to accumulate in bilges and other low spaces. In still atmospheres, vapours will travel considerable distances and the risk from vapours is at its greatest. Petroleum vapours will persist indefinitely unless dispersed by ventilation.

8. The sense of smell is unreliable for detecting petroleum vapour and should never be relied upon for warning of danger.

Aerosol Flammability Limits

9. Atomised droplets from leaks in high-pressure piping can form ignitable mixtures with air at temperatures below the ignition temperature. It is important to ensure that joints and connections are tight, and that pipe runs are kept away from or shielded from potential sources of ignition. This is especially important for systems carrying product under pressure.

6. Toute vapeur combustible doit atteindre une température minimale (température d'allumage) avant de s'enflammer. L'allumage peut se produire sous les conditions suivantes :

- a. flamme nue, y compris les substances fumigènes;
- b. étincelles produites lors de soudage ou de coupage;
- c. étincelles provenant d'un mécanisme ou causées par la friction;
- d. décharges telles que des étincelles, des arcs et des émissions radiofréquence provenant d'équipements électriques;
- e. surfaces chaudes, telles que des conduites de vapeur à température élevée ou des collecteurs d'échappement;
- f. décharges électriques statiques, y compris les décharges produites durant le remplissage ou l'évacuation; et les éclairs.

7. Il convient de remarquer que la plupart des vapeurs de produits pétroliers sont plus pesantes que l'air et ont tendance à s'accumuler dans les fonds de cales et autres espaces bas. Dans le cas d'air calme, les vapeurs peuvent se déplacer considérablement et représentent un risque élevé. Les vapeurs de produits pétroliers resteront en place indéfiniment à moins de fournir une ventilation afin de les disperser.

8. L'utilisation de l'odorat n'est pas une méthode fiable pour dépister les vapeurs de produits pétroliers; il ne faut pas se fier sur l'odorat pour déceler un danger.

Limites d'inflammabilité des aérosols

9. Les gouttelettes atomisées provenant de fuites dans la tuyauterie haute pression peuvent former un mélange inflammable avec l'air à des températures inférieures à la température d'allumage. Il est important de s'assurer que les joints et les raccords sont serrés, et que la tuyauterie est éloignée des sources d'allumage potentielles ou du moins protégée de celles-ci. Ceci est particulièrement important dans le cas de systèmes contenant des produits sous pression.

Autoignition

10. Autoignition is the ignition of a material without an external ignition source. The autoignition temperature is the minimum temperature at which this can occur. Autoignition temperatures of fuels and lubricants can be measured, but may vary widely under actual operating conditions.

11. Oil impregnated materials can autoignite due to a gradual build-up of heat produced during oxidation of the oil. The associated hazards can be avoided by the proper disposal of rags and other absorbent materials.

Precautions

12. The precautions outlined below shall be followed to prevent the accidental ignition of petroleum vapours and mists:

- a. No faulty or unapproved electrical apparatus, naked lights, or lit smoking material shall be permitted within 15 metres of loading operations or in a compartment containing liquid petroleum;
- b. before commencing loading or discharge of liquid petroleum products, all bonding clips and grounding leads shall be carefully positioned and checked to prevent the build-up of static electrical charges; and
- c. periodic inspection must be made of pipelines, valves, connections and tanks to ensure that leaks have not developed.

Inflammation spontanée

10. L'inflammation spontanée désigne l'allumage d'un matériau sans apport de chaleur extérieure. La température d'inflammation spontanée est la température minimale à laquelle ce phénomène peut se produire. Les températures d'inflammation spontanée peuvent être mesurées, mais peuvent varier énormément selon les conditions.

11. Les matériaux imprégnés d'huile peuvent s'enflammer spontanément suite à une augmentation de la chaleur produite durant l'oxydation de l'huile. Les risques associés peuvent être évités en éliminant convenablement les chiffons et les autres matériaux absorbants.

Précautions

12. Les précautions énumérées ci-dessous doivent être respectées afin d'éviter l'allumage accidentel de vapeurs et de brouillard de produits pétroliers :

- a. aucun appareil électrique défectueux ou non approuvé, lampe nue, ou substance fumigène allumée n'est permis à moins de 15 mètres de l'emplacement de remplissage ou d'un compartiment contenant des produits pétroliers liquides;
- b. avant de commencer le remplissage ou l'évacuation de produits pétroliers liquides, toutes les attaches de métallisation et tous les fils de mise à la masse doivent être bien placés et vérifiés afin d'éviter la formation d'électricité statique; et
- c. une inspection périodique des pipelines, des soupapes et des raccordements, doit être effectuée afin de déceler la présence de fuites.

HANDLING AND DISPOSAL OF USED PETROLEUM AND ASSOCIATED PRODUCTS

13. This manual provides general information pertaining to the handling of waste petroleum products on board ship. It is recommended, however, that Formation Logistics Hazardous Material Supply Waste Disposal Facility be contacted for specific instructions when off-loading waste materials. CFB Halifax and CFB Esquimalt have local handling and disposal procedures for used petroleum and associated products. MARCORD G-18, Shipboard Waste Management, provides direction to ships on all aspects of waste management. The following includes key points from those documents.

STORAGE AND HANDLING OF PETROLEUM AND RELATED WASTE

14. Petroleum waste, whether generated ashore or on board ship, should be drained into clean, dry and leak proof containers. Different products should not be mixed. Drums must be safely secured. It is important to note that synthetic fluids such as MIL-H-83283C should not be mixed with petroleum based waste.

15. When mixtures are unavoidable, the minimum safety precautions are those associated with the most hazardous ingredient, regardless of its concentration. The containers should be clearly labelled with the following information in addition to any other local requirements:

- a. date of packaging,
- b. originator of the waste (i.e. ship, unit, section), and
- c. full description of contents (i.e. NSN, trade name, etc.).

16. Suitable blank labels are available from the supply system. On the West Coast, the contact point in Base Supply for the return of waste/dangerous goods is Return Stores (250 363-2654 or 4991). On the East Coast, the contact point is the Formation Logistics Hazardous Material Supply Waste Disposal Facility (902 427-0550 Ext. 2297).

MANUTENTION ET ÉLIMINATION DE PÉTROLE USAGÉ ET DE PRODUITS CONNEXES

13. Le présent manuel contient de l'information à caractère général concernant la manutention de produits de vidange pétroliers à bord des navires. Il est toutefois recommandé de joindre le personnel des installations d'élimination des matières dangereuses de la formation logistique pour obtenir des instructions précises concernant le débarquement de matières-déchets. Les BFC Halifax et Esquimalt ont leurs propres procédures d'élimination de pétrole usagé et de produits connexes. L'ordre COMAR G-18, Gestion des déchets à bord des navires, fournit les lignes directrices sur tous les aspects de la gestion des déchets. Les points clés suivants proviennent de ces documents.

ENTREPOSAGE ET MANUTENTION DU PÉTROLE ET DES DÉCHETS CONNEXES

14. Les déchets de pétrole, produits à terre ou à bord du navire, doivent être évacués dans des contenants propres, secs et étanches. Les différents produits ne doivent pas être mélangés. Les barils doivent être bien fixés. Il est important de remarquer que les liquides synthétiques tel que celui conforme à la norme MIL-H-83283C ne doivent pas être mélangés avec les déchets de pétrole.

15. Lorsque les mélanges sont inévitables, les précautions minimales à suivre sont celles associées à la matière la plus dangereuse, peu importe sa concentration. Les étiquettes sur les contenants doivent comprendre les informations suivantes en plus de celles exigées localement :

- a. date de l'emballage,
- b. origine des déchets (p. ex. navire, unité, section) et
- c. description complète du contenu (p. ex. NNO, nom commercial, etc.).

16. Des étiquettes en blanc sont disponibles auprès du système d'approvisionnement. Sur la côte ouest, joindre la section d'approvisionnement de la base, Matériel retourné, pour l'élimination de déchets ou de matières dangereuses (250 363-2654 ou 363-4991). Sur la côte est, joindre le personnel des installations d'élimination des matières dangereuses de la formation logistique (902 427-0550, poste 2297).

17. When waste drums are off-loaded from a ship, Formation Logistics (East Coast) or Hazardous Waste Base Supply (West Coast) must be contacted immediately. Information on the number, contents, and exact location of the drums should be provided. Formation Logistics will then arrange to have the waste material re-located to a designated storage site until such time as arrangements are made for its disposal.

18. When off-loading large quantities of waste from a ship, such as when emptying HFX Class CRPP Reservoirs, the waste may be pumped directly into a barge or tank truck. Formation Logistics or Base Supply will make suitable arrangements when appropriate.

WARNING

The properties of a petroleum product may change in service such that its associated hazards are increased. In all cases, avoid contact with the skin and avoid breathing petroleum vapours.

CHEMICALS AND PROCESSES

19. Some of the chemicals and processes referred to in this document may represent a hazard to health. Nothing in the text shall relieve a contractor of his responsibilities in respect of the provision of protective clothing and safety precautions.

20. For specific instructions on the safe use, handling and disposal of the chemicals used for processes such as pipe or component cleaning, and fluid sampling, reference should be made to the General Safety Program (GSP) A-GG-040-004/AG-001. The agencies cited above should also be contacted.

17. Lorsque des barils de déchets sont débarqués d'un navire, la formation logistique (côte est) ou la section d'approvisionnement – matières dangereuses (côte ouest) doit être immédiatement avisée. Il faut spécifier le nombre, le contenu et l'emplacement exact des barils. La formation logistique s'occupera de relocaliser ces déchets à un site d'entreposage temporaire avant de procéder à leur élimination.

18. Dans le cas du débarquement d'une grande quantité de déchets d'un navire, par exemple lorsque les réservoirs du système d'hélice à pales orientables réversibles d'un navire de classe Halifax sont évacués, les déchets peuvent être pompés directement dans une barge ou un camion citerne. La formation logistique ou la section d'approvisionnement de la base prendra les dispositions nécessaires au moment approprié.

AVERTISSEMENT

Les caractéristiques des produits pétroliers peuvent changer pendant qu'ils sont en service et les risques connexes augmentent ainsi. Dans tous les cas, éviter le contact du pétrole avec la peau et l'inhalation des vapeurs de produits pétroliers.

PRODUITS CHIMIQUES ET PROCESSUS

19. Certains produits chimiques et processus mentionnés dans le présent document peuvent présenter un risque pour la santé. Aucun énoncé dans le texte ne dégage le fournisseur de ses obligations reliées aux mesures sécuritaires à prendre et aux vêtements de protection à porter.

20. Pour les instructions d'utilisation, de manutention et d'élimination des produits chimiques utilisés dans les processus tels que le nettoyage de tuyaux ou de composants, et l'échantillonnage de liquides, se reporter au programme de sécurité générale, l'ITFC A-GG-040-004/AG-001. Les agences mentionnées ci-dessus devraient aussi être consultées.

21. It is the responsibility of all personnel involved with procedures that employ hazardous materials to be fully aware of the current safety precautions and first aid treatments applicable to the chemicals and solutions used. The Material Safety Data Sheet (MSDS) for the fluids and products should be read and understood before conducting any work. A supply of the appropriate protective equipment should be readily available to the personnel involved with these cleaning procedures.

21. Tout le personnel effectuant les procédures nécessitant des matières dangereuses a pour responsabilité de prendre connaissance des mesures sécuritaires et des premiers soins reliés aux produits chimiques et aux solutions utilisés. Les fiches signalétiques (FS) des liquides et des produits doivent être lues et comprises avant d'effectuer toute procédure. L'équipement de protection approprié doit être disponible pour le personnel effectuant les procédures de nettoyage.

SECTION 3**DESIGN****HYDRAULIC FLUID**

1. Unless otherwise approved, the hydraulic fluid used shall conform to the appropriate grade of CGSB Specification 3-GP-36Mb. Additional details can be found in the "Reference Book on Petroleum and Associated Products", CFTO C-82-007-001/AF-000.

2. The systems and components thereof shall be designed to be compatible with the selected fluid, with consideration given to the effects of viscosity changes within the range of operating temperatures.

3. Water based emulsion/emulsifying or synthetic (phosphate ester or halogenated compounds) fluids shall not be used unless specifically required for a particular system and prior approval of the Technical Authority has been obtained.

4. Listings of products approved specific equipment can be found in the DGMEPM Intranet site at:

<http://dgmepm.d-ndhq.dnd.ca/dmss/dmss2/dmss2.htm>

PRESSURE

5. Unless otherwise specified, or specifically approved by the Technical Authority, hydraulic systems shall be designed for an operating pressure not in excess of 207 bar (3000psi) and hydraulic shock potential not to exceed 1.5 times operating pressure.

6. All piping, valves and fittings in return lines, except bleed, drain and open vents, shall be designed to withstand the maximum test pressure of the system.

PIPING DESIGN

7. The design of, and materials used for hydraulic system piping, pipe fittings and seals shall be in accordance with requirements stated herein, unless otherwise specified,

SECTION 3**CONCEPTION****LIQUIDE HYDRAULIQUE**

1. Sauf autorisation contraire, le liquide hydraulique doit être conforme à la norme 3-GP-36Mb de l'Office des normes générales du Canada (ONGC). Des détails supplémentaires se trouvent dans l'ITFC C-82-007-001/AF-00, référence sur les produits pétroliers et produits connexes.

2. Les systèmes et leurs composants doivent être compatibles avec le liquide utilisé, en tenant compte des effets des changements de viscosité dans la plage des températures de fonctionnement.

3. Les liquides émulsionnants à base d'eau ou les liquides synthétiques (esterphosphoriques ou produits halogénés) ne doivent pas être utilisés à moins d'être spécifiquement précisés pour un système particulier et ce, seulement après l'approbation de l'autorité technique.

4. La liste des produits approuvés pour de l'équipement spécifique se trouve sur le site Intranet de DGGPEM :

<http://dgmepm.d-ndhq.dnd.ca/dsn/dsn2/dsn2.htm>

PRESSION

5. Sauf indication contraire de l'autorité technique, les systèmes hydrauliques doivent être conçus pour une pression d'utilisation maximale de 207 bar (3000 psi) et un choc hydraulique potentiel maximal de 1.5 fois la pression d'utilisation.

6. La tuyauterie, les soupapes et les raccords des conduites de retour, sauf les événements libres, de purge et d'évacuation, doivent être conçus pour résister à la pression maximale du système.

CONCEPTION DE LA TUYAUTERIE

7. Sauf indication contraire, la conception et les matériaux de la tuyauterie, des raccords de tuyaux et des joints des systèmes hydrauliques doivent être conformes aux exigences ci-incluses.

8. Pipe/tube wall thickness selection shall be based on recognised international standards for all pressures. The designer shall indicate the factor of safety used for pipe or tube selection.

9. Hydraulic systems shall be designed such that the effect of hydraulic shock is reduced to a minimum. The system designer shall provide details of the methods used to estimate hydraulic shock pressure surges and the methods employed to reduce shock intensity.

10. The increase in pressure due to hydraulic shock shall be calculated and shall be added to the design operating pressure. This total pressure shall be considered when determining the proper diameter and wall thickness of piping.

11. Flexible hoses used in circuits with operating pressures over 10 bar (150 psi) shall have a factor of safety of at least 5.

FLUID VELOCITY

12. The diameter of high-pressure piping shall be of sufficient diameter to limit velocity of the hydraulic fluid to a maximum of 6 metres per second (20 feet per second). Higher velocities may be permitted with the specific approval of the Technical Authority.

13. The fluid velocity in pump inlet lines having no positive head shall be limited to a maximum of approximately 1.2 metres per second (four feet per second).

SYSTEM ARRANGEMENTS

14. The use of piping and pipe connections shall be kept to a minimum by manifolded valves with related functions.

15. The temperature of fluid in any operating hydraulic transmission system shall not exceed 70°C. It is preferable that system design and choice of components control temperature, not water-cooled heat exchangers. System fluid shall maintain a minimum temperature of 15°C. If electric immersion heating elements are used to maintain this minimum temperature, then they must be thermostatically controlled and have watt densities be low enough to prevent burning of the fluid or cause carbon build-up on the elements and within the reservoir.

8. L'épaisseur des tuyaux et des conduites doit être conforme aux standards internationalement reconnus pour toutes les pressions. Le concepteur doit indiquer le facteur de sécurité utilisé pour choisir les tuyaux ou les conduites.

9. Les systèmes hydrauliques sont conçus de façon que l'effet des chocs hydrauliques soit minimal. Le concepteur du système doit fournir les détails concernant les méthodes utilisées pour évaluer l'augmentation de pression due aux chocs hydrauliques ainsi que les méthodes utilisées pour réduire l'intensité de ces chocs.

10. L'augmentation de pression due aux chocs hydrauliques doit être ajoutée à la pression d'utilisation. Cette pression totale doit servir à déterminer le diamètre et l'épaisseur appropriés des parois de la tuyauterie.

11. Les tuyaux flexibles utilisés dans des circuits avec une pression d'utilisation de plus de 10 bar (150 psi) doivent avoir un facteur de sécurité d'au moins 5.

VITESSE DU LIQUIDE

12. La tuyauterie haute pression doit être de diamètre suffisant pour limiter la vitesse maximale du liquide hydraulique à 6 m/s (20 pi/s). Des vitesses supérieures ne sont permises qu'avec l'approbation de l'autorité technique.

13. La vitesse du liquide dans les conduites d'aspiration sans augmentation de pression doit être limitée à environ 1.2 m/s (4 pi/s).

DISPOSITION DU SYSTÈME

14. Le montant de tuyauterie et le nombre de raccords doit être réduit au minimum en regroupant les soupapes à fonctions reliées à des collecteurs.

15. La température du liquide du système hydraulique ne doit pas dépasser 70 °C. Idéalement, la température du liquide peut être contrôlée en effectuant des choix judicieux au niveau de la conception du système et des composants, et en évitant l'utilisation d'échangeurs de chaleur refroidis à l'eau. Le liquide doit être maintenu à une température minimale de 15 °C. Si des thermoplongeurs servent à maintenir cette température minimale, il faut s'assurer qu'ils sont munis d'un réglage thermostatique et qu'ils sont de capacité suffisamment faible afin d'éviter de brûler le liquide ou de causer l'accumulation de carbone sur les éléments ou dans le réservoir.

16. Adequate provision shall be made in all hydraulic systems and components for bleeding and venting entrapped air. Where practicable, bleed and vent pipes shall return fluid to the reservoir.

17. Each leg or sub loop of a hydraulic system shall be fitted with devices capable of preventing damage to the system or components in the event of an overload condition. Counterbalance valves or equivalent devices shall be incorporated in all systems where failure of piping or equipment could result in a 'free fall' or other hazardous condition.

18. Pressure regulating, overload protection and counterbalance devices shall be adjustable within a range consistent with component and system design.

19. Wherever possible, sealed reservoirs shall be used to minimise airborne contamination ingress. Dependent of system requirements, either sealed gas pressurised reservoirs or reservoirs equipped with internal breather bags or bladders shall be used.

20. Means shall be provided for access to, and cleaning of, fluid reservoirs and supply tanks. Each reservoir or supply tank shall be fitted with a means of draining water from bottom of the tanks. A connection shall be fitted that will permit unrestricted venting of air-loaded reservoirs and supply tanks while filling.

21. Each reservoir shall be provided with connection ports that suit the quick-connect couplings of the portable filtration carts installed on each ship. Connection to these ports shall enable the filter carts to fill and drain the system and remove system particulate and water contamination by providing by-pass filtration.

22. Adequate filtration protection, of both the fluid and air in contact with the fluid, shall be provided in all hydraulic systems. Filtration level shall be suited to each system's design, component sensitivity, safety, mission criticality, and operational environment. Proportional flow filters will be considered where circuit flow capacity is too great for full flow filtration.

16. Il faut prendre les dispositions appropriées pour purger et évacuer l'air emprisonné du système hydraulique et de ses composants. Là où c'est possible, les tuyaux de purge et de ventilation doivent être raccordés de façon à permettre le retour du liquide au réservoir.

17. Chaque portion ou sous-boucle du système hydraulique doit être munie de dispositifs pour protéger le système et ses composants en cas de surcharge. Des équilibreurs, ou dispositifs équivalents, doivent être incorporés à tous les systèmes, là où un bris de tuyauterie ou d'équipement pourrait causer une «chute libre» ou toute autre situation dangereuse.

18. La plage de réglage des dispositifs de contrôle de pression, des dispositifs de protection contre les surcharges et des équilibreurs, doit être compatible avec la conception du système et de ses composants.

19. Si possible, des réservoirs scellés doivent être utilisés afin de réduire la pénétration de contamination en suspension dans l'air. Selon les exigences du système, des réservoirs pressurisés à gaz scellé ou des réservoirs munis de vessies ou de sacs reniflards internes doivent être utilisés.

20. Il faut pouvoir accéder aux réservoirs de liquide et d'alimentation pour les nettoyer. Chaque réservoir doit être muni d'un dispositif qui permet l'évacuation de l'eau au fond. Il doit y avoir un raccord qui permet une ventilation libre des réservoirs sous pression et des réservoirs d'alimentation au remplissage.

21. Chaque réservoir doit être muni d'orifices de raccordement compatibles avec les raccords rapides des chariots de filtration transportables qui se trouvent sur chaque navire. En raccordant le chariot aux orifices du réservoir, il est possible de remplir et de vider le système ainsi que d'éliminer les particules et l'eau en fournissant une filtration en dérivation.

22. Tout système hydraulique doit permettre une filtration adéquate du liquide et un contact entre l'air et le liquide. Le niveau de filtration doit être compatible avec la conception du système, la sensibilité des composants, la sécurité, la criticité de la mission et l'environnement opérationnel. Considérer l'utilisation de filtres proportionnels si la capacité de débit est trop importante pour permettre la filtration en série.

23. Each individual component of a hydraulic system and all component part connections should be legibly and permanently identified for ease of installation, maintenance and replacement.

24. Piping interconnecting main units and components mounted thereon shall be supplied, fitted, flushed and tested by the installing authority. Piping within the envelope of any main unit or component shall be cleaned, flushed and tested at the equipment manufacturing or assembly facility. All open ends of pipes shall be protected to prevent ingress of contaminants in accordance with Annex B.

25. To facilitate system fluid condition monitoring, sampling points shall be installed at appropriate locations in each hydraulic system, or independent sub-loop of a main system. Recommended locations include the following:

- a. downstream of pump outlet but before the high pressure filter;
- b. downstream of the high-pressure filter;
- c. upstream of any contamination sensitive component; and
- d. on the return line as close to the reservoir as possible but upstream of return line filter.

26. Where practicable, systems shall be so arranged that the pump does not start under load. Starting shall be possible only when the pump is either bypassed or in the neutral position.

27. Connections shall be provided in the system piping for the jumpers necessary to bypass pumps, motors, etc., to facilitate flushing in accordance with the requirements described in Part 5, Section 4.

28. A flushing plan and one set of jumpers shall be provided for each new hydraulic system installation. One complete set of jumpers and associated fittings shall be provided for, and shall remain with, each ship.

29. All hydraulic controls shall be mounted so that they are accessible for adjustment and maintenance.

30. Piping shall not be used to support valves or equipment.

23. Chaque composant d'un système hydraulique et toutes les pièces de raccordement des composants doivent être identifiés lisiblement et de façon permanente afin de faciliter l'installation, la maintenance et le remplacement.

24. La tuyauterie, raccordant les unités principales, et ses composants, doivent être fournis, installés, purgés et mis à l'essai par les responsables de l'installation. La tuyauterie à l'intérieur de l'enveloppe de toute unité ou de son composant doit être nettoyée, purgée et mise à l'essai aux installations de fabrication ou d'assemblage de l'équipement. Tous les bouts ouverts de tuyaux doivent être protégés contre la pénétration de contaminants conformément à l'annexe B.

25. Pour faciliter le contrôle de l'état du liquide, des points d'échantillonnage doivent être installés sur chaque système hydraulique ou sous-boucle indépendante d'un système principal. Les positions suivantes sont recommandées :

- a. en aval de la sortie de pompe, mais avant le filtre haute pression;
- b. en aval du filtre haute pression;
- c. en amont des composants sensibles aux contaminants; et
- d. sur une conduite de retour, aussi proche du réservoir que possible, mais en amont du filtre de la conduite de retour.

26. Autant que possible, le système doit être disposé de manière que la pompe ne démarre pas sous pression. Le démarrage ne doit être possible que lorsque la pompe est au point mort ou est évitée.

27. Il faut prévoir des raccords de conduites de dérivation qui permettent de contourner pompes, moteurs, etc., afin d'en faciliter la purge conformément à la section 4 de la partie 5.

28. Il doit y avoir un plan de purge et un ensemble de conduites de dérivation pour chaque nouvelle installation de système hydraulique. Chaque navire doit avoir un jeu complet de conduites de dérivation et de raccords connexes.

29. Toutes les commandes hydrauliques doivent être installées de manière qu'elles soient accessibles pour le réglage et la maintenance.

30. La tuyauterie ne doit pas servir de support aux soupapes ou à l'équipement.

MATERIALS

31. All materials used in the manufacture of hydraulic systems piping and components shall be subject to the approval of the Technical Authority.

32. Cast iron is not normally acceptable. However, where a manufacturer regularly uses cast iron for any component or component part of equipment, e.g., hydraulic valves, the following conditions of acceptance shall apply:

- a. The specification for the cast iron used shall be stated. When a commercial grade or trade name material is used, the composition and type of cast iron, together with guaranteed mechanical properties, shall be submitted to the Technical Authority for examination.
- b. Specific approval by the Technical Authority of the design and end use of each individual item constructed of cast iron shall be obtained, prior to manufacture or purchase.

NOTE

The climatic and environmental conditions to which the specific unit or component will normally be subjected will be an acceptance consideration.

- c. One specimen of each individual unit or assembly which incorporates cast iron components shall be tested and shall pass a shock test in accordance with the requirements detailed in "Specification for the Design and Test Criteria for Shock Resistant Equipment in Naval Ships", D-03-003-007/SF-000.

33. Zinc plating or galvanising shall not be applied to any part of hydraulic equipment, piping or components that may contact hydraulic fluid or on surfaces of internal parts that are in moving contact during operation. Surfaces in contact with hydraulic fluid shall not be painted. Cadmium plating is not permitted.

34. Contact between dissimilar metals shall be avoided to eliminate galvanic corrosion attack. Coupling of metallic material of higher than 0.25 volt potential difference shall not be made.

MATÉRIAUX

31. Tous les matériaux utilisés dans la fabrication de la tuyauterie et des composants des systèmes hydrauliques doivent être approuvés par l'autorité technique.

32. Habituellement l'utilisation de la fonte est inacceptable. Toutefois, si un fabricant utilise régulièrement la fonte pour tout composant ou pièce de composant de l'équipement (p. ex. soupape hydraulique), les conditions d'approbation suivantes s'appliquent :

- a. les spécifications relatives à la fonte utilisée doivent être indiquées. Lorsqu'un matériau de qualité ou d'appellation commerciale est utilisé, la composition et le type de fonte, ainsi que les propriétés mécaniques garanties doivent être soumis à l'autorité technique pour examen.
- b. l'autorité technique doit approuver la conception et l'utilisation finale de chaque article en fonte avant de passer à la fabrication ou à l'achat.

NOTA

Les conditions climatiques et environnementales auxquelles l'unité spécifique ou composant seront habituellement soumis, seront pris en considération pour l'approbation.

- c. un spécimen de chaque unité ou assemblage qui comprend des composants en fonte doit être mis à l'essai et passer un essai de chocs selon les exigences décrites dans l'ITFC D-03-003-007/SF-000, spécification pour la conception et critères d'essai de chocs pour l'équipement des navires.

33. Aucun zingage ni galvanisation n'est permis sur toute partie de l'équipement hydraulique, de la tuyauterie ou de composants pouvant venir en contact avec le liquide hydraulique ou sur les surfaces de pièces internes soumises au frottement pendant le fonctionnement. Les surfaces en contact avec le liquide hydraulique ne doivent pas être peinturées. Le cadmiage n'est pas permis.

34. Il faut éviter que des métaux différents ne se touchent afin d'empêcher la corrosion galvanique. Ne pas apparier de matériaux métalliques ayant une différence de potentiel dépassant 0.25 V.

35. Within new hydraulic systems the use of aluminum, plastics, copper or copper-based alloys shall be prohibited where direct contact with petroleum a based fluid is possible. On existing systems the use of copper or copper-based alloys is to be avoided.

35. Dans le cas de nouveaux systèmes hydrauliques, l'utilisation d'aluminium, de plastiques, de cuivre ou d'alliages de cuivre est interdite là où il y a possibilité de contact avec un liquide à base de pétrole. Dans le cas de systèmes existants, il faut éviter l'utilisation de cuivre ou d'alliages de cuivre.

SECTION 4**EQUIPMENT SELECTION****GENERAL**

1. Equipment shall be selected on the basis of compliance with specification requirements, reliability, suitability, weight, size and efficiency. For combatant and research vessels, minimum noise shall be the prime requisite after reliability.

HYDRAULIC PUMPS AND MOTORS

2. Direction of rotation, flow direction and unit serial number shall be permanently indicated on all pump and motor housings.

3. Splined connections between gears, shafts and angular control shafting shall be used where lost motion cannot be tolerated.

4. Friction losses in mechanical components of power transmission systems shall be minimised by the use of ball or roller bearings unless sleeve bearings are specified due to noise considerations.

5. Where practicable, hydraulic power units shall be provided with save-alls fitted with means for draining.

6. All exposed moving parts such as shafts, couplings, pulleys, etc., shall be fitted with covers or guards to prevent injury to personnel and damage to equipment.

RAMS AND HYDRAULIC CYLINDERS

7. These devices shall be of the simplest possible design consistent with their intended function.

8. Moving parts of rams, including cylinders, pistons and rods, shall be sufficiently wear-and-corrosion-resistant to ensure long service life in a marine environment.

SECTION 4**SÉLECTION DE L'ÉQUIPEMENT****GÉNÉRALITÉS**

1. L'équipement doit être choisi selon sa conformité aux exigences des spécifications, sa fiabilité, sa convenance, son poids, ses dimensions et son efficacité. Pour les navires de combat et de recherche, le niveau minimum de bruit doit être la caractéristique prioritaire après la fiabilité.

POMPES ET MOTEURS HYDRAULIQUES

2. La direction de rotation, la direction du courant et le numéro de série de l'unité doivent être indiqués en permanence sur le boîtier de toutes les pompes et de tous les moteurs.

3. Les raccords entre les engrenages, les arbres et les lignes d'arbres de commande angulaire, là où il ne peut y avoir de jeu, doivent être cannelés.

4. Les pertes par frottement dans les composants mécaniques des systèmes de transmission doivent être réduites au minimum par des roulements à billes ou à rouleaux, à moins que l'on spécifie des paliers à coussinet-douille à cause du bruit.

5. Si possible, les blocs de puissance hydraulique doivent être munis de bacs de récupération munis d'un dispositif de drainage.

6. Toutes les pièces mobiles exposées telles que les arbres, les raccords, les poulies, etc. doivent être munis d'un couvercle ou d'une pièce de protection pour protéger le personnel contre les blessures et éviter d'endommager l'équipement.

VÉRINS ET CYLINDRES HYDRAULIQUES

7. Ces dispositifs doivent être aussi simples que possible conformément à la fonction pour laquelle ils ont été conçus.

8. Les pièces mobiles des vérins, y compris les cylindres, les pistons et les tiges, doivent être suffisamment résistants à l'usure et à la corrosion pour avoir une longue durée de vie dans un environnement marin.

9. Piston rods and rams that slide in and out of cylinders shall be fitted with wipers that both lubricate and clean. For upper deck exposed locations, ice scraper rings shall be incorporated.

10. Appropriate fittings and connections shall be incorporated to facilitate charging, air purging, inhibiting, bleeding and draining.

11. Where dictated by equipment/system design, cylinders shall incorporate internal buffers, dashpots, or other means of slowing down pistons at the end of their stroke to prevent impact on bottoming out.

12. Seals shall be such that no deterioration of performance shall occur due to an increase in system pressure.

ACCUMULATORS

13. Accumulators may, at the discretion of the Technical Authority, be used to assist in meeting system response rates, peak power requirements, or to reduce the frequency of hydraulic pump operation. Air charged accumulators are not acceptable.

14. Bladder or diaphragm type accumulators shall be designed to withstand pressures equal to five times the hydraulic system's operating pressure.

15. Where gas/oil accumulators are used, gas shall be dry grade nitrogen, and where the possibility of oil contamination of the gas system or gas reservoirs exists, suitable oil trap devices shall be fitted. All gas flow metering valves shall be of a type that prevent internal or bonnet/stem leakage irrespective of valve setting or direction of application of gas pressure. Means shall be provided for pre-charging and for safely relieving accumulator gas and liquid pressure prior to disassembly or system maintenance.

16. Suitable gas charging equipment including flexible pipes, control valves, and pressure gauge, shall be furnished as part of each accumulator installation.

9. Les tiges de piston et les vérins à mouvement alternatif (va-et-vient dans les cylindres) doivent être munis de segments racleurs qui lubrifient et nettoient à la fois. Pour les emplacements exposés du pont supérieur, il faut prévoir incorporer des anneaux grattoirs de glace.

10. Il faut incorporer les raccords et les raccordements appropriés pour faciliter le remplissage, la purge de l'air, le blocage, la purge et l'évacuation du liquide.

11. Là où la conception du système ou de l'équipement l'impose, les cylindres doivent comprendre des amortisseurs internes ou d'autres dispositifs tels que des régulateurs de vitesse pour ralentir le mouvement et amortir ainsi l'impact en fin de course.

12. Les joints doivent pouvoir résister à une augmentation de pression du système.

ACCUMULATEURS

13. Les accumulateurs peuvent, si l'autorité technique l'autorise, aider à atteindre la vitesse de réaction du système et satisfaire aux besoins de pointe, ou aider à réduire l'utilisation de la pompe hydraulique. Les accumulateurs pneumatiques ne conviennent pas.

14. Les accumulateurs doivent être du type à sac ou à membrane, et conçus pour résister à cinq fois la pression d'utilisation du système hydraulique.

15. Là où des accumulateurs au gaz ou à l'huile sont utilisés, le gaz doit être de l'azote sec, et là où il y a une possibilité de contamination par l'huile du système de gaz ou du réservoir à gaz, des dispositifs intercepteurs d'huile convenables doivent être installés. Toutes les soupapes de réglage du débit de gaz doivent être de type qui empêche les fuites internes ou les fuites de chapeaux ou tiges sans égard au réglage de la soupape ou à la direction de l'application de la pression. Il doit aussi y avoir une façon de remplir à l'avance et de décompresser le gaz ou le liquide des accumulateurs, en toute sécurité, avant le démontage ou la maintenance du système.

16. L'équipement de remplissage de gaz, y compris des tuyaux flexibles, des soupapes de commande et un indicateur de pression, doit être fourni comme faisant partie de l'installation de chaque accumulateur.

17. A warning plate shall be installed adjacent to and readily visible at each accumulator or battery of accumulators. The plate shall be marked as follows:

WARNING

PRESSURISED VESSELS

Ensure pressure has been released from system before servicing.

FLUID RESERVOIRS

18. Fluid reservoirs shall be of welded steel construction. Where a hydraulic system can be contaminated by water, for example steering gear systems or CPP systems, then the reservoirs shall be fabricated from the appropriate grade of stainless steel.

19. Separate fluid reservoirs shall be provided for each hydraulic power unit. The capacity of the fluid reservoir shall be sufficient to:

- a. Contain all of the fluid that will drain from the system back into the reservoir by gravity flow.
- b. Maintain an adequate fluid level during the operating cycle.

20. Where practicable, reservoirs shall be of adequate capacity to limit fluid temperature to 70°C under peak load conditions without the use of heat exchangers. Where heat exchangers are necessary they shall conform to the requirements of paragraph 39. For intermittent duty systems, the reservoir size shall accommodate ten minutes continuous full load operation of the system and associated equipment at an ambient temperature of 50°C in the compartment that houses the hydraulic machinery.

17. Une plaque d'avertissement doit être installée bien en vue de chaque accumulateur ou groupe d'accumulateurs. Elle doit indiquer le texte suivant :

AVERTISSEMENT

ENCEINTES PRESSURISÉES

S'assurer de relâcher la pression du système avant d'effectuer la maintenance.

RÉSERVOIRS

18. Les réservoirs doivent être fabriqués en acier soudé. Si le système hydraulique risque d'être contaminé par l'eau, p. ex. les systèmes de direction ou les systèmes d'hélice à pales orientables, les réservoirs doivent être fabriqués en acier inoxydable de type convenable.

19. Chaque bloc de puissance doit avoir son propre réservoir. La capacité du réservoir doit être suffisante pour :

- a. contenir tout le liquide qui s'écoulera du système par gravité.
- b. maintenir un niveau suffisant de liquide durant le cycle d'utilisation.

20. Là où c'est possible, les réservoirs doivent être de capacité suffisante pour limiter la température du liquide à 70 °C en condition de charge maximale sans l'aide d'un échangeur de chaleur. Quand l'utilisation d'un échangeur de chaleur est obligatoire, il doit se conformer aux exigences du paragraphe 39. Dans le cas d'un système à service intermittent, le réservoir doit être de taille suffisante pour accommoder le fonctionnement continu du système et de l'équipement connexe à la charge maximale pendant une période de dix minutes à une température ambiante de 50 °C dans le compartiment de l'équipement hydraulique.

21. A warning plate shall be prominently displayed on each reservoir indicating the maximum allowable system operational temperature for that system. As a minimum the plate shall be marked as follows:

WARNING

System shall not be operated when reservoir temperature exceeds 70°C.

22. Reservoirs shall be designed to minimise contamination of the system by corrosion products and shall be furnished complete with fluid indicators, low level alarm, clean-out doors, inspection panels, pump suction filters or strainers, magnetic filters. Filling and draining arrangements shall be designed to minimise particulate and water contamination of the system and the fill and drain ports shall suit the quick connect couplings of the ship's portable filtration cart (refer to Part 5). In addition, the drain port valve shall be equipped with a positive locking arrangement. Where sealed reservoirs are not used then airborne contamination ingress shall be controlled by the provision of an air breather arrangement incorporating a suitably rated air filter, refer to paragraph 27. Internal surfaces of steel reservoirs shall be cleaned to a bright metal finish and may be phosphated for internal protection but shall not be coated with any permanent type corrosion preventive compound. Internal baffles shall be fitted in the reservoirs to minimise the effect of ship's motion. Reservoirs shall not be permanently built into, or form part of, ship's structure.

FILTERS AND STRAINERS

23. Filters shall be readily accessible with all filter elements easily removable for service, inspection, or replacement without disconnecting any attached piping or removing the filter housing heads.

21. Une plaque d'avertissement indiquant la température maximale permise du système doit être installée sur chaque réservoir. Au minimum, la plaque doit indiquer le texte suivant :

AVERTISSEMENT

Le système ne doit pas être utilisé si la température du réservoir dépasse 70 °C.

22. Les réservoirs doivent être conçus pour minimiser la contamination du système par des produits de corrosion et doivent être munis d'indicateurs de niveau d'huile, d'avertisseurs de bas niveau, de portes de nettoyage, de panneaux d'inspection, de filtres ou de crépines d'entrée de pompe, de filtres magnétiques. Les dispositifs de remplissage et d'évacuation doivent être conçus pour minimiser la contamination particulaire et la présence d'eau dans le système; les orifices de remplissage et d'évacuation doivent être compatibles avec les raccords rapides du chariot de filtration du navire (se référer à la partie 5). De plus, la soupape de l'orifice d'évacuation doit être munie d'un dispositif de verrouillage. Dans le cas de réservoirs non scellés, la pénétration de la contamination en suspension dans l'air doit être contrôlée en utilisant un reniflard muni d'un filtre à air de capacité convenable, se référer au paragraphe 27. Les surfaces internes des réservoirs doivent être nettoyées de manière à avoir un fini métallique poli et peuvent être phosphatées pour une protection interne mais ne doivent pas être recouvertes d'un enduit anti-corrosion permanent. Des déflecteurs doivent être installés dans les réservoirs pour minimiser les effets du mouvement du navire. Les réservoirs doivent être des structures indépendantes, c'est-à-dire qu'ils ne doivent pas être encastrés ou faire partie de la structure du navire.

FILTRES ET CRÉPINES

23. Les filtres doivent être facilement accessibles et tous les éléments du filtre doivent pouvoir être retirés pour la maintenance, l'inspection ou le remplacement sans avoir à débrancher la tuyauterie rattachée ou à enlever la tête du boîtier de filtre.

24. Where practicable, a full-flow filter shall be installed in the discharge line of each pump. In closed-loop systems where full-flow filters are impracticable due to high flow rate, partial flow filters may be considered. A strainer not coarser than 100 mesh shall be fitted in the reservoir suction line of each pump.

25. Filters elements shall be of a rating suited to each system's design, component sensitivity, safety, mission criticality, and operational environment. A system's filtration shall be capable of maintaining fluid cleanliness to the levels specified in Part 3, Section 3. Unless otherwise specified, filters shall be rated no coarser than 10 μm (nominal rating). Where full-flow filters are fitted, adequate protection shall be provided to protect the pump and system in the event of filter blocking. Automatic bypass is not recommended. All partial flow filters shall be fitted with pressure drop indicators.

26. Bypass partial flow filters shall be of sufficient capacity to filter all fluid in the system in an eight-hour operating period.

27. Filler pipes for tanks and liquid reservoirs shall include a permanently fitted filter, rated to a 10 μm or finer nominal rating. Breather pipes shall be sized to suit system peak demands and large enough to prevent the explosive pressure build-up and structural failure that can result from oil ignition. Breather pipe caps shall suppress flame propagation and the air filter screens shall be readily removable for cleaning. The air breather filters shall have a 10 μm nominal rating to reduce particulate contamination.

28. Hydraulic pump suction lines inside fluid reservoirs shall be fitted with immersion type strainers.

29. A hydraulic system with a reservoir capacity in excess of 180 L (40 Imperial gallons) shall be equipped with a means of removing all free water over a 24 hour period, starting from a 2 per cent solution. Non-compliance with this requirement shall be permitted with the approval of the Technical Authority.

24. Là où c'est possible, un filtre en série doit être installé dans la conduite de décharge de chaque pompe. Dans le cas de systèmes à boucle fermée où les filtres en série ne sont pas pratiques à cause du débit élevé, il est possible d'utiliser des filtres en dérivation. Une crépine d'au moins 100 mesh doit être installée sur la conduite d'aspiration du réservoir de chaque pompe.

25. Les éléments filtrants doivent posséder une capacité convenable pour la conception du système, la sensibilité des composants, la sécurité, la criticité de la mission et l'environnement opérationnel. Le niveau de filtration du système doit être suffisant pour maintenir les niveaux de propreté énumérés dans la section 3 de la partie 3. Sauf indication contraire, les filtres doivent avoir une capacité de filtration d'au moins 10 μm (capacité nominale). Là où des filtres en série sont installés, il doit y avoir une protection suffisante pour protéger la pompe et le système en cas de saturation du filtre. La dérivation automatique n'est pas recommandée. Tous les filtres à courant partiel doivent être munis d'indicateurs de chute de pression.

26. Les filtres en dérivation doivent avoir une capacité suffisante pour filtrer tout le liquide du système pendant une période d'utilisation de 8 heures.

27. Les tuyaux de remplissage des réservoirs doivent être munis d'un filtre permanent ayant une capacité nominale d'au moins 10 μm . Les tuyaux reniflards doivent être de taille suffisante pour correspondre à la demande de pointe du système et éviter l'allumage de l'huile qui peut mener à une explosion qui risque d'endommager le réservoir. Les bouchons des tuyaux reniflards doivent empêcher la propagation des flammes et les grilles fines du filtre doivent être faciles à enlever pour le nettoyage. Les filtres des reniflards doivent avoir une capacité nominale d'au moins 10 μm afin de réduire la contamination particulaire.

28. Les conduites d'aspiration des pompes hydrauliques dans les réservoirs doivent être munies de crépines à immersion.

29. Un système hydraulique possédant un réservoir de capacité d'au moins 180 L (40 gal. imp.) doit être muni d'un dispositif de déshydratation capable d'éliminer toute l'eau libre en 24 heures, avec au départ une solution de 2 pour 100. Une déviation peut être approuvée par l'autorité technique.

30. In an effort to reduce system maintenance costs and component failures naval platforms are equipped with a portable filter cart as described in Part 5. These units provide by-pass filtration and shall be used on a regular basis. Therefore, system reservoirs shall be equipped with the appropriate sized supply and return quick-connect ports.

VALVES

31. Directional, volume control, check, pilot and servo valves shall be designed for minimum resistance to flow when in the operating position.

32. Valves may be pilot-operated to reduce the overall size of operating devices such as solenoids, cams and levers. To prevent unauthorised adjustment or tampering, provision shall be made for locking adjustable valves at their appropriate adjustment settings. Back pressure or surges shall not affect valve operation. Valve operation shall be such as to prevent detrimental surges in the hydraulic system. Plungers, balls, pistons and other moving parts shall be accurately guided to prevent jamming. Pressure sealing type gaskets shall be used as necessary.

33. Valves shall be permanently marked to correspond with schematic diagram identification symbols and to indicate proper connection in the system. Flow directional arrows shall be utilised where appropriate.

34. The force to operate control valves manually shall not exceed 65N (15 lbf) applied to the rim of the operating wheel or the end of the operating lever.

35. Valves shall be adequately supported and shall be mounted using cap screws or bolts extending through or into the valve body. Lug mounting of valves is not permitted.

36. Bypass or unloading valves shall be designed to operate without exceeding 1.7 bar (25 psi) pressure drop across the valve. Control by throttling of valves shall be minimised.

30. Afin de réduire les coûts de maintenance du système et les défaillances des composants, les navires sont munis d'un chariot de filtration transportable, tel que décrit dans la partie 5. Ces unités fournissent une filtration en dérivation et doivent être utilisées régulièrement. Donc, les réservoirs doivent être munis de raccords rapides au niveau des orifices d'alimentation et de retour.

SOUPAPES

31. Les soupapes de distribution, de réglage, de retenue, pilotes et asservies, doivent être conçues pour offrir un minimum de résistance au débit lorsque en position d'utilisation.

32. Les soupapes peuvent être de type piloté afin de réduire la taille hors tout de composants tels que les soupapes magnétiques, les comes et les leviers. Des dispositions doivent être prises pour verrouiller les soupapes réglables lors du réglage pour empêcher tout dérèglement non autorisé. Le fonctionnement des soupapes ne doit pas être affecté par la contre-pression ou les surcharges de pression. Le fonctionnement des soupapes doit être tel qu'il empêche les surcharges dans le système hydraulique. Les poussoirs, les billes, les pistons et les autres pièces mobiles des soupapes doivent être guidées avec précision pour empêcher le coincement. Utiliser des joints d'étanchéité à pression si nécessaire.

33. Les soupapes doivent être marquées en permanence de manière qu'elles correspondent aux symboles d'identification du schéma de principe et qu'elles indiquent le bon raccordement au système. Des flèches pour indiquer la direction du courant doivent être utilisées là où c'est approprié.

34. La force nécessaire pour manoeuvrer les soupapes de commande ne doit pas dépasser 65 N (15 lb) appliquée au niveau de la jante du volant ou au bout du levier.

35. Les soupapes doivent être soutenues adéquatement et fixées en utilisant des vis d'assemblage ou des boulons qui passent dans ou au travers du corps de la soupape. La fixation des soupapes en utilisant des pattes n'est pas permise.

36. Les soupapes de dérivation ou de décharge doivent être conçues pour fonctionner sans dépasser une chute de pression de 1.7 bar (25 psi). Le contrôle par étranglement doit être réduit au minimum.

37. Pressure control valves (including relief, unloading, back pressure and sequence valves) and check valves shall be damped to eliminate hydraulic squeal and chatter.

38. High-pressure valves on the gas side of accumulators shall be of a slow opening type capable of preventing a shock wave from being produced when rapidly operated.

HEAT EXCHANGERS

39. Where heat exchangers are used to provide supplementary cooling then they shall be fabricated from materials compatible with seawater and shall be designed to operate with seawater inlet temperatures of up to 35°C. Provision shall be made for automatic regulation of coolant flow so that the hydraulic fluid temperature is maintained within the range necessary for the most efficient operation of the pump, motor and other devices in the system.

40. Arrangements shall be provided for preventing excessive pressure drop in the event that the exchanger becomes clogged.

41. Valves and piping arrangements shall permit isolating heat exchangers and bypassing hydraulic fluid.

42. The design shall permit easy access for servicing and repair.

43. Appropriate sensors shall be provided for monitoring inlet and outlet hydraulic fluid temperatures.

HEATERS

44. For systems required to operate under extreme cold weather conditions, heaters and appropriate fluid circulation arrangements shall, subject to Technical Authority approval, be provided to maintain the fluid at a suitable working temperature.

45. Heaters, where installed, shall be equipped with adjustable minimum-maximum thermostatic controls.

37. Les soupapes régulatrices de pression (y compris les soupapes de surpression, de décharge, de contre-pression et de séquence) et les soupapes de retenue doivent être amorties pour éliminer les grincements et les vibrations hydrauliques.

38. Les soupapes haute pression qui sont sur le côté gaz des accumulateurs doivent être du type à ouverture lente, capables d'empêcher la production d'une onde de choc en opération rapide.

ÉCHANGEURS DE CHALEUR

39. S'il doit y avoir des échangeurs de chaleur pour un refroidissement supplémentaire, ils doivent être fabriqués de matériaux compatibles avec l'eau de mer et doivent être conçus pour une alimentation en eau de mer qui peut atteindre une température allant jusqu'à 35 °C. Des dispositions doivent être prises pour régler automatiquement le débit du réfrigérant qui maintient le liquide hydraulique à la température de rendement optimal de la pompe, du moteur et des autres dispositifs du système.

40. Des dispositions doivent être prises pour empêcher une chute de pression excessive si l'échangeur se bloque.

41. La disposition des soupapes et de la tuyauterie doit permettre l'isolation de l'échangeur de chaleur et la dérivation du liquide hydraulique.

42. La conception doit permettre l'accès facile pour la maintenance et la réparation.

43. Des sondes thermiques doivent être fournies pour contrôler la température des liquides d'entrée et de sortie.

CHAUFFERETTES

44. Pour les systèmes utilisés dans des conditions climatiques de froid extrême, des dispositions doivent être prises pour installer des chaufferettes et maintenir une bonne circulation du liquide, sous réserve de l'approbation de l'autorité technique, afin de maintenir le liquide à une température de fonctionnement convenable.

45. Si des chaufferettes font partie du système, elles doivent être munies de thermostat à réglage de positions limites minimale et maximale.

46. Where electric immersion style heaters are used, the dissipated power of the heating elements surface area shall not exceed 1.5 W/cm^2 (10 W/in^2), unless otherwise approved by the Technical Authority.

47. A heater within a fluid reservoir shall be located so that there is adequate forced or convective circulation across the heating element. This circulation combined with the maximum heater power rating specified above is necessary to prevent fluid burning and carbon build-up on the heater element surface.

PIPING SYSTEM COMPONENTS

48. Piping system components shall be selected according to system pressure requirements and current military, national, and international standards. To the greatest extent possible, new systems shall use one standard to specify fittings. All equipment and components must be approved by the Technical Authority.

LEAKAGE CONTROL

49. Leakage control shall be considered when new systems are designed. System designers and manufacturers shall specify fittings and components that meet current international standards for fittings and components that have leak-free designs such as ISO 6149, 6162 and 8434.

46. Si des thermoplongeurs électriques font partie du système, la dissipation d'énergie au niveau de la surface ne doit pas dépasser 1.5 W/cm^2 (10 W/po^2), sauf indication contraire de l'autorité technique.

47. Une chaufferette dans un réservoir doit être placée de façon qu'il existe une circulation forcée ou convective près de l'élément chauffant. Une bonne circulation ainsi que la contrainte de dissipation d'énergie mentionnée ci-dessus empêcheront le liquide de brûler et l'accumulation de carbone sur la surface de l'élément chauffant.

COMPOSANTS DU SYSTÈME DE TUYAUTERIE

48. Les composants du système de tuyauterie doivent être choisis selon les exigences de pression du système ainsi que les standards militaires, nationaux et internationaux. Autant que possible, les nouveaux systèmes utiliseront un seul standard pour définir les raccords. Tout l'équipement et ses composants sont sujets à l'approbation de l'autorité technique.

CONTRÔLE DES FUITES

49. Le contrôle des fuites doit être considéré lorsque de nouveaux systèmes sont conçus. Les concepteurs de système et les fabricants doivent spécifier des raccords et des composants qui répondent aux normes internationales de raccords et de composants sans fuites, telles que ISO 6149, 6162 et 8434.

SECTION 5**FABRICATION AND INSTALLATION****FABRICATION**

1. All pipe assemblies required for a hydraulic installation shall be manufactured in a suitably equipped shop where personnel are familiar with the processes used in the forming and fabrication of hydraulic piping assemblies.
2. Subassemblies shall be used to the maximum extent practicable.
3. Pipe or tube shall not be packed with sand during the bending process.
4. Sand, shot or other abrasive blasting is not permitted on any part of a hydraulic system. Abrasive blasting shall be prohibited in any space or shop engaged in the fabrication or assembly of hydraulic components, piping or piping assemblies.

CLEANING

5. All components used in the fabrication of hydraulic installations shall have all exterior and interior surfaces cleaned of foreign matter. Cast components shall have all interior and exterior surfaces examined to ensure they are free from casting roughs, core wafers, etc., and the components shall be cleaned and treated to remove all foreign matter.

STORAGE

6. All hydraulic system components including pipes, fittings, etc. shall be held in covered storage areas where temperature and humidity are not subject to sudden change.
7. Open ends of components (including pipe and tube) shall be capped or sealed to prevent contamination and to preserve the cleanliness of assemblies in accordance with Annex B.

SECTION 5**FABRICATION ET INSTALLATION****FABRICATION**

1. Tout tuyau nécessaire pour une installation hydraulique doit être fabriqué en atelier par du personnel connaissant les procédures de formage des métaux et la fabrication d'ensembles de tuyauterie hydraulique.
2. Les sous-ensembles doivent être utilisés autant que possible.
3. Les tuyaux et les conduites ne doivent pas être bourrés de sable pendant le procédé de pliage.
4. Le décapage au jet de sable, le dessablage à la grenaille ou tout autre grenaillage des pièces du système hydraulique ne sont pas permis. Le grenaillage doit être interdit dans tout endroit ou atelier qui fabrique ou monte des composants, de la tuyauterie ou des ensembles de tuyauterie hydrauliques.

NETTOYAGE

5. Les surfaces externes et internes de tous les composants fabriqués pour le système hydraulique doivent être nettoyées afin d'enlever toute matière étrangère. Les surfaces internes et externes des pièces coulées doivent être examinées afin de s'assurer qu'il n'y a aucune rugosité de moulage, aucun joint de noyau, etc.; les composants doivent être traités et nettoyés pour enlever toute matière étrangère.

ENTREPOSAGE

6. Tous les composants de système hydraulique, y compris tuyaux, raccords, etc. doivent être gardés dans des entrepôts couverts où la température et l'humidité ne changent pas brusquement.
7. Les bouts ouverts des composants (y compris les tuyaux et les conduites) doivent être couverts et scellés conformément à l'annexe B pour garder les ensembles propres.

INSTALLATION

8. To ensure that the shipboard installation of a system is as trouble free and contamination free as possible it is essential that pre-installation checks be conducted. The checks shall include confirming that all components are complete and undamaged. Assemblies and subassemblies shall be checked for damage and against their fabrication or installation drawing to confirm key dimensions, orientations and alignments.

9. The vicinity around a hydraulic system installation shall be designated a clean area. Dirt or dust-generating work such as blasting, welding, chipping, cutting, grinding or burning shall not be permitted in the same space as the installation, for the duration of the installation of the hydraulic equipment, or in spaces containing open hydraulic system components. Where a hydraulic system installation is completed, suitable fireproof covers shall protect contamination sensitive components, such as reservoirs, breathers, and control valves, when dirt or dust generating work must take place in their vicinity.

10. Where it is necessary to locate piping, valves or other hydraulic system components in way of equipment which may be removed for overhaul or repair, the piping shall be provided with union or flange fittings to permit removal and reinstallation of the component without cutting, welding or brazing.

11. All pipe joints must be welded when a hydraulic system's piping passes through tanks where any leakage would cause contamination. All fittings or other devices are prohibited unless specifically approved by the Technical Authority.

12. Hydraulic piping shall not be located in areas exposed to the weather unless necessitated by design considerations. Where such exposed piping must be installed it shall be shielded to reduce the possibility of accidental damage. The design of the shielding shall not interfere with decontamination wash-down procedures.

13. When flanged connections are used, flanges shall fit squarely on the mounting faces and be secured with fasteners of the correct length. The fasteners shall be drawn up evenly to avoid distortion and poor sealing.

INSTALLATION

8. Pour s'assurer que l'installation du système à bord du navire est effectuée avec le moins de complications et de contamination possibles, il est essentiel d'effectuer des vérifications avant l'installation. Il faut vérifier si les composants sont tous présents et intacts. Les ensembles et les sous-ensembles doivent être vérifiés pour y déceler la présence de défaillances et vérifier qu'ils sont conformes aux dessins de fabrication et d'installation en ce qui concerne les dimensions principales, les orientations et les alignements.

9. La surface à proximité du système hydraulique est considérée zone propre. Les travaux qui produisent de la saleté ou de la poussière tels que le sablage au jet, le soudage, le taillage par éclat, le coupage, le meulage et le brûlage ne doivent pas être entrepris près de l'installation de l'équipement hydraulique, ou là où se trouvent des composants hydrauliques ouverts. Une fois l'installation du système terminée, l'équipement hydraulique tel que les réservoirs, les reniflards et les soupapes de commande doit être protégé par des écrans ignifuges si de tels travaux doivent être effectués.

10. Là où la tuyauterie, les soupapes ou tout autre composant hydraulique nuit à la dépose d'un composant qui doit être remis en état ou réparé, la tuyauterie doit être munie d'unions ou de raccord à brides permettant de retirer et de réinstaller le composant sans coupage, soudage ou brasage.

11. Si la tuyauterie passe au travers des réservoirs et qu'il y a un risque de fuite, et donc de contamination, tous les joints de tuyaux doivent être soudés. L'utilisation de raccords ou de tout autre dispositif est interdite à moins d'approbation expresse de l'autorité technique.

12. La tuyauterie hydraulique ne doit pas être située dans une zone exposée aux intempéries à moins que sa conception ne l'exige. Le cas échéant, elle doit être protégée pour réduire la possibilité de dommage accidentel. La conception des écrans de protection ne doit pas nuire à la procédure de décontamination à grand débit.

13. Lorsque des brides sont utilisées, elles doivent s'ajuster à la surface de montage et être fixées avec des attaches de la bonne longueur. Ces attaches seront serrées également pour éviter toute distorsion ou perte d'étanchéité.

14. Warning plates shall be installed adjacent to, and readily visible at, each fluid filling point of each system. Warning plates shall specify the type of fluid to be used, and shall caution against the use of unfiltered fluid and unauthorised substitute fluids.

ROUTING AND CLEARANCE

15. Piping containing hydraulic fluid shall be routed at least 450mm (18 inches) away from electrical power cables, steam lines and other hot surfaces. A hot surface is defined as one that can attain a temperature of 205°C beneath any insulation. Takedown joints shall be located as far as possible from hot surfaces.

16. Take-down joints and the flanged bonnets of valves in main and auxiliary machinery rooms and any other spaces containing hot surfaces shall be provided with shielding to prevent the spread of fluid spray from leaking joints.

17. Where pipe or tubing passes through holes in non-tight structures, a minimum clearance of 3mm (1/8") shall be maintained between the pipe or tubing and the structure.

18. Sufficient clearance shall be provided between a pipe or tube and a projection, such as a bolt or nut, to prevent contact. When a pipe or tube is securely supported close to a projection so that vibration is unlikely then the minimum 3mm (1/8") clearance shall be maintained. Where vibration or motion of the pipe, tube or projection is possible then the initial clearance shall be increased so that the allowed minimum clearance of 3mm (1/8") is maintained.

19. The clearances specified in paragraphs 17 and 18, may be reduced in the following circumstances:

- a. On short line assemblies, mainly closely spaced line groups, where 3mm (1/8") clearance is impracticable due to space limitations, the clearance may be reduced to 1.5mm (1/16").

14. Une plaque d'avertissement doit être installée bien en vue, près de chaque point de remplissage de chaque système. Elle doit indiquer le type de liquide utilisé et doit prévenir contre l'emploi de substituts ou de liquide non filtré.

CANALISATION ET DÉGAGEMENT

15. Il faut faire passer la tuyauterie hydraulique à au moins 450 mm (18 po) des câbles électriques, des conduites de vapeur et autres surfaces chaudes. Une surface chaude est définie comme étant une surface qui peut atteindre 205 °C sous l'isolant. Les joints de démontage doivent être situés le plus loin possible des surfaces chaudes.

16. Les joints de démontage et les capuchons à bride des soupapes des locaux techniques principal et auxiliaire, et de tout lieu ayant des surfaces chaudes, doivent être munis de protection contre le giclage advenant le cas où un joint coulerait.

17. Là où un tuyau ou une conduite traverse une structure non serrée, il doit y avoir un dégagement minimal de 3 mm (1/8 po).

18. Pour éviter le contact durant le fonctionnement, il doit y avoir un dégagement suffisant entre un tuyau ou une conduite et un boulon, un écrou ou une autre saillie semblable. Si un tuyau ou une conduite est soutenue près d'une telle saillie et qu'il ne peut y avoir de mouvement de l'un par rapport à l'autre, il doit y avoir un dégagement minimal de 3 mm (1/8 po). S'il y a possibilité de mouvement, il faut laisser assez d'espace initialement pour maintenir un dégagement minimal de 3 mm (1/8 po).

19. Les dégagements spécifiés aux paragraphes 17 et 18 ci-dessus peuvent être réduits dans les cas suivants :

- a. pour les ensembles de conduites courtes, principalement dans le cas d'ensembles de conduites serrées, où un dégagement de 3 mm (1/8 po) est impossible à cause des limites d'espace, le dégagement peut être réduit à 1.5 mm (1/16 po).

- b. Where pipe or tubing is clipped to flat surfaces free from adjacent rivets, bolts, weld seams or structural members, 1.5mm (1/16") clearance will be acceptable, provided the installation is rigidly clipped and movement due to vibration and hydraulic loads is impossible.

20. The clearances specified in paragraphs 17, 18 and 19, may be omitted where parallel runs of small diameter pipe or tube are clipped together and in contact with each other.

- b. là où les tuyaux ou les conduites sont rattachés à une surface plane à l'écart des rivets, des boulons, des cordons de soudure ou des éléments de structure, un dégagement de 1.5 mm (1/16 po) est acceptable pourvu que l'installation soit fixée solidement pour empêcher tout mouvement dû aux vibrations ou à la charge hydraulique.

20. Les dégagements spécifiés aux paragraphes 17, 18 et 19 ci-dessus peuvent être omis là où des tuyaux ou des conduites de petit diamètre sont rattachés ensemble et se touchent.

Outer Diameter of Pipe or Tube	Diamètre extérieur de la conduite ou du tuyau	Recommended Maximum Support Spacing	Espacement maximal recommandé des supports
under 12.5 mm (½")	Moins de 12.5 mm (½ po)	450 mm (18")	450 mm (18 po)
12.5 mm to 19 mm (½ " to ¾")	Entre 12.5 mm et 19 mm (½ po et ¾ po)	650 mm (25 ½")	650 mm (25 ½ po)
over 19 mm (¾")	Plus de 19 mm (¾ po)	750 mm (30")	750 mm (30 po)

Figure 1-5-1 Table of Recommended Maximum Support Spacing

Figure 1-5-1 Tableau de l'espacement maximal recommandé des supports

21. The recommended maximum spacing between supports for hydraulic piping or tubing is shown in Figure 1-5-1.

21. Pour les conduites ou tuyaux hydrauliques, l'espace maximal recommandé entre les supports est indiqué à la figure 1-5-1.

SECTION 6**TESTS****HYDROSTATIC TESTS - BEFORE INSTALLATION**

1. Prior to their installation system subassemblies shall undergo the following hydrostatic tests:

- a. Piping and system subassemblies shall be tested in accordance with the relevant component specifications and drawings. Once completed, all piping and subassemblies shall be subjected to a hydrostatic test with a test pressure equal to one and one half times the system maximum operating pressure.
- b. Unless otherwise specified, equipment, including rams, cylinders, accumulators, valves, fittings and pressure tanks, shall be tested to one and one half times the maximum operating pressure.
- c. Hydraulic fluid reservoirs and header tanks, which are not subject to pressure, shall be pressurised to 0.55 bar (8 psig), or to a head equivalent to filling line height, whichever is greater. It is preferred that the system working fluid be used for pressure testing. Water may be used but must be completely removed at the completion of the test.
- d. The test pressure must be maintained for a period long enough to permit thorough inspection of the piping, subassembly or component for leaks. All parts shall withstand test pressures without leakage.

HYDROSTATIC TESTS - AFTER INSTALLATION

2. After installation the following hydrostatic tests shall be conducted:

- a. The entire piping system shall be tested for tightness, with the fluid normally used in the system, to a test pressure equal to one and one half times the maximum operating pressure.

SECTION 6**ESSAIS****ESSAIS HYDROSTATIQUES – AVANT L'INSTALLATION**

1. Les essais hydrostatiques qui précèdent l'installation sont les suivants :

- a. la tuyauterie et les sous-ensembles du système doivent être mis à l'essai conformément aux spécifications du composant approprié et aux dessins techniques. Une fois la fabrication complétée, toute la tuyauterie et tous les sous-ensembles doivent être mis à l'essai hydrostatique à une fois et demi la pression d'utilisation maximale du système.
- b. sauf indication contraire, l'équipement tel que les vérins, les cylindres, les accumulateurs, les soupapes, les raccords et les enceintes sous pression, doivent être mis à l'essai à une fois et demi la pression d'utilisation maximale du système.
- c. les réservoirs de liquide et les réservoirs en charge qui ne sont pas soumis à une pression doivent être pressurisés à la plus élevée des deux valeurs suivantes : 0.55 bar (8 psi) ou une charge hydraulique égale au niveau de remplissage. Il est préférable d'effectuer cet essai en utilisant le liquide du système hydraulique. Il est possible d'utiliser de l'eau, mais elle doit être complètement enlevée à la fin de l'essai.
- d. la pression d'essai doit être maintenue pendant une période de temps suffisamment longue pour permettre l'inspection de la tuyauterie, des sous-ensemble et des composants pour y déceler la présence de fuites. Toutes les pièces doivent résister aux pressions d'essai sans fuites.

ESSAIS HYDROSTATIQUES – APRÈS L'INSTALLATION

2. Les essais hydrostatiques qui suivent l'installation sont les suivants :

- a. afin de vérifier l'étanchéité, tout le système de tuyauterie doit être mis à l'essai à une fois et demi la pression d'utilisation maximale en utilisant le liquide habituel.

- b. Test pressures shall be developed by means other than the system pumps; the system pumps shall be blanked off.
- c. The test pressure must be maintained for a period long enough to permit thorough inspection of the piping, subassembly or component for leaks. All parts shall withstand test pressures without leakage.

OPERATIONAL TESTS

3. Prior to the operational tests the contractor shall clean all filter bowls and reusable filter elements. All used disposable filter elements shall be replaced. Reusable filter elements shall be restored to their original performance using the methods recommended by the filter element manufacturers. Where no recommended method is provided ultrasonic cleaning shall be considered.

4. The system shall be tested for satisfactory operation in accordance with the requirements for equipment of which it forms a part. Tests shall include operation in all system modes, sequences and load conditions and typically the results of the following shall be recorded:

- a. actuators shall operate using normal controls,
- b. operational speeds shall be within specified ranges,
- c. system pressures shall be within specified ranges,
- d. operating system fluid temperatures shall remain within specified ranges in all operational modes,
- e. sound levels shall remain within specified ranges in all operational modes,
- f. no excessive vibration shall be noted in all operational modes,
- g. no leaks shall be observed,
- h. filters shall not be by-passing,

- b. les pressions d'essai doivent être déployées par un moyen autre que les pompes du système qui se trouvent coupées de ce dernier.
- c. la pression d'essai doit être maintenue pendant une période de temps suffisamment longue pour permettre l'inspection de la tuyauterie, des sous-ensemble et des composants pour y déceler la présence de fuites. Toutes les pièces doivent résister aux pressions d'essai sans fuites.

ESSAIS DE FONCTIONNEMENT

3. Avant d'effectuer les essais de fonctionnement, l'entrepreneur doit nettoyer les cuves de filtre et les éléments filtrants réutilisables. Tous les éléments filtrants jetables doivent être remplacés. Les éléments filtrants réutilisables doivent être restaurés à leur performance originale en utilisant les méthodes recommandées par le fabricant de l'élément filtrant. S'il n'existe aucune recommandation, le nettoyage ultrasonique peut être utilisé.

4. Le fonctionnement du système doit être vérifié pour assurer sa conformité aux exigences visant l'équipement dont il fait partie. Les essais doivent être effectués dans tous les modes, cycles et conditions de charge. Les résultats suivants sont habituellement notés :

- a. les actionneurs doivent fonctionner en utilisant les commandes normales,
- b. les vitesses de fonctionnement doivent se situer dans les plages spécifiées,
- c. les pressions de système doivent se situer dans les plages spécifiées,
- d. la température du liquide hydraulique doit se situer dans les plages spécifiées dans tous les modes de fonctionnement,
- e. le niveau de bruit doit se situer dans les plages spécifiées dans tous les modes de fonctionnement,
- f. aucune vibration excessive n'est permise dans tous les modes de fonctionnement,
- g. aucune fuite n'est permise,
- h. les filtres ne doivent pas être en mode de dérivation,

- | | |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| i. all emergency controls shall function as specified, | i. toutes les commandes d'urgence doivent fonctionner tel que spécifié, |
| j. all emergency stop controls shall functions as specified, and | j. toutes les commandes d'arrêt d'urgence doivent fonctionner tel que spécifié, et |
| k. relief valve operation shall be demonstrated, if possible. | k. le fonctionnement de la soupape de surpression sera vérifié, si possible. |

PART 2**CLEANING AND PROTECTION
OF PIPING****SECTION 1****GENERAL****SCOPE**

1. This part of the CFTO states the minimum requirements governing the methods of cleaning and protection of piping and fittings prior to installation in hydraulic power transmission systems.
2. The requirements stated are applicable to both new and reused hydraulic system piping.
3. Ferrous piping refers to all steel piping except corrosion resistant steels (stainless, etc.).
4. Non-ferrous piping refers to material in the copper-nickel alloy, Monel® category.
5. The solutions described herein are readily available and are designed for on-site mixing.
6. The use of alternative procedures and proprietary solutions are encouraged provided prior Technical Authority approval has been given and the alternatives can be shown to improve one or more of the following:
 - a. cleaning efficiency,
 - b. personnel or environmental safety, and
 - c. improved handling, storage and disposal requirements.

PARTIE 2**NETTOYAGE ET PROTECTION DE LA
TUYAUTERIE****SECTION 1****GÉNÉRALITÉS****PORTÉE**

1. La présente partie de l'ITFC énumère les exigences qui régissent les méthodes fondamentales de nettoyage et de protection de la tuyauterie et des raccords avant leur installation sur le système hydraulique.
2. Les exigences ci-incluses s'appliquent à la nouvelle tuyauterie et à la tuyauterie qui a déjà servi dans un système hydraulique.
3. Le terme tuyauterie ferreuse désigne tous les aciers sauf ceux résistants à la corrosion (inoxydable, etc.).
4. Le terme tuyauterie non ferreuse désigne les matériaux en alliages cuivre-nickel, catégorie Monel®.
5. Les solutions décrites sont aisément disponibles et sont conçues pour être mélangées sur place.
6. De différents procédés et l'utilisation de solutions exclusives sont permis, sous réserve de l'approbation de l'autorité technique et s'il est possible de démontrer une amélioration de :
 - a. l'efficacité du nettoyage,
 - b. la sécurité du personnel ou de l'environnement, et
 - c. les exigences de manutention, d'entreposage et d'évacuation.

SECTION 2**DETAILED REQUIREMENTS****GENERAL**

1. Some of the chemicals and processes referred to in this section may represent a hazard to health. Nothing in the text shall relieve a contractor of his responsibilities in respect of the provision of protective clothing and safety precautions. Reference should be made to the General Safety Program (GSP) A-GG-040-004/AG-001 for details on hazardous material safety, policies and procedures.

2. It is the responsibility of all personnel involved with the cleaning procedures to be fully aware of the current safety precautions and first aid treatments applicable to the chemicals and solutions used. The Material Safety Data Sheet (MSDS) for the fluids and products should be read and understood before conducting any work. The supply of the appropriate protective equipment should be readily available to the personnel involved with these cleaning procedures.

3. It is recommended that Formation Logistics Hazardous Material Supply Waste Disposal Facility be contacted for specific instructions prior to disposing of the waste materials used to clean hydraulic piping. CFB Halifax and CFB Esquimalt have local handling and disposal procedures for the products used.

4. All piping and fittings related to the hydraulic power transmission systems shall be thoroughly cleaned as specified, prior to installation/reinstallation. Piping and fittings shall be free from grease, scale, rust and all foreign matter that could be detrimental to the operation of hydraulic equipment such as pumps, motors, valves, rams and accumulators.

5. To ensure that the process achieves the required standard of cleanliness in pipes of 12 mm (1/2") inside diameter or less, each batch or circuit being cleaned shall include a short sample length of similar pipe. If the pipe or batch of pipes being cleaned has to undergo heat treatment or hot bending, the sample length shall be cut longitudinally and the interior surface examined to ensure that a clean surface, free from scale and rust, has been achieved.

SECTION 2**EXIGENCES DÉTAILLÉES****GÉNÉRALITÉS**

1. Certains produits chimiques et certains procédés mentionnés dans la présente section peuvent présenter des risques pour la santé. Aucun énoncé ne décharge l'entrepreneur de sa responsabilité de fournir des vêtements protecteurs et de prendre des mesures de sécurité. Se référer au programme de sécurité générale (PSG) A-GG-040-004/AG-001 qui décrit les mesures de sécurité et les politiques relatives aux matières dangereuses.

2. C'est la responsabilité de tout le personnel effectuant les procédures de nettoyage de prendre connaissance des mesures de sécurité en vigueur et des premiers soins reliés aux produits chimiques et aux solutions utilisées. Les fiches signalétiques (FS) des liquides et des produits doivent être lues et comprises avant d'effectuer toute procédure. L'équipement de protection approprié doit être disponible pour le personnel effectuant les procédures de nettoyage.

3. Il est recommandé de joindre le personnel des installations d'élimination des matières dangereuses de la formation logistique pour obtenir des instructions précises concernant l'évacuation de matières-déchets. Les BFC Halifax et Esquimalt ont leurs propres procédures d'élimination de produits.

4. Toute la tuyauterie et les raccords des systèmes hydrauliques doivent être complètement nettoyés tel que spécifié avant l'installation ou la réinstallation. La tuyauterie et les raccords doivent être dépourvus de graisse, tartre, rouille et toute autre matière étrangère qui pourraient nuire au fonctionnement de l'équipement hydraulique tel que les pompes, les moteurs, les soupapes, les vérins et les accumulateurs.

5. Pour s'assurer que le procédé satisfait les normes de propreté pour les tuyaux d'un diamètre de 12 mm (1/2 po) ou moins, chaque lot ou circuit à nettoyer doit être accompagné d'un échantillon court de tuyau semblable. Si le tuyau ou le lot de tuyaux à nettoyer subit un traitement thermique ou un pliage à chaud, l'échantillon doit être coupé longitudinalement et la surface intérieure doit être examinée afin de s'assurer que la surface est propre et dépourvue de tartre et de rouille.

6. To ensure that the treatments specified are fully effective, all processes shall be closely monitored to ensure that:

- a. All non-proprietary solutions are prepared and maintained exactly as stated in this document or the appropriate procedure.
- b. The instructions regarding temperature and periods of treatment are strictly observed.
- c. If propriety solutions are used then the instructions provided by the supplier or manufacturer shall be strictly adhered to.

FACILITIES AND EQUIPMENT

7. The facilities and equipment used in the cleaning and protection of piping used in hydraulic power transmission systems shall comply with all current Health, Safety, and Environmental Regulations.

CLEANING PROCEDURES – FERROUS PIPING – NEW AND USED

Inspection

8. Prior to cleaning, new and used ferrous pipes shall be visually inspected both internally and externally before bending, heat treatment or the attachment of fittings. Evidence of serious corrosion or other deterioration shall be cause for rejection of the material. Where satisfactory visual inspection of piping having an inside diameter of 12 mm (1/2") or less is impossible, a short length of pipe shall be cut and sectioned longitudinally for examination of the interior surface. The samples from used pipe shall be removed from sections of the piping, such as bends and elbows, where corrosion and erosion are more likely to occur.

6. Pour s'assurer que les traitements spécifiés sont efficaces, les consignes suivantes doivent être respectées :

- a. toutes les solutions non exclusives doivent être préparées et maintenues tel qu'indiqué dans le présent document ou par le procédé approprié.
- b. les instructions concernant la température et la durée des traitements doivent être strictement respectées.
- c. si des solutions exclusives sont utilisées, les instructions du fournisseur ou du fabricant doivent être suivies.

INSTALLATIONS ET ÉQUIPEMENT

7. Les installations et l'équipement utilisés pour le nettoyage et la protection de la tuyauterie des systèmes hydrauliques doivent être conformes à tous les règlements relatifs à la santé, la sécurité et l'environnement.

PROCÉDURES DE NETTOYAGE – TUYAUTERIE FERREUSE – NEUVE ET USAGÉE

Inspection

8. Avant le nettoyage, l'intérieur et l'extérieur des tuyaux neufs et usagés doivent être inspectés visuellement avant d'y rattacher un raccord, de les plier ou de leur faire subir un traitement thermique. Tout signe de corrosion ou toute autre détérioration constituera une raison suffisante pour rejeter le matériau. Quand l'inspection visuelle de la tuyauterie de 12 mm (1/2 po) ou moins est insuffisante, il faut couper longitudinalement une courte section de tuyau afin de bien vérifier l'intérieur. Dans le cas de tuyaux usagés, les échantillons doivent être retirés des sections de tuyauterie, telles que les sections pliées ou les coudes, où la corrosion et l'érosion sont plus aptes à se trouver.

Cleaning Piping Prior to Heating - New Pipe Only

9. To prevent re-rusting or heavy smutting due to carbonised preservative residues or manufacturing coatings, all new pipe to which heat will be applied shall be pre-cleaned with one of the following:

- a. kerosene - CAN/CGSB 3.3-M89 Amd 1 Type 1K (NSN 9140-21-578-1040),
- b. white spirit - CAN/CGSB 3.8-M85 (NSN 6850-21-570-1572), or dry cleaning solvent P-D-680A Amd 3 Type II (NSN 6850-00-281-1985).

10. Approved proprietary degreasers, such as a water-soluble degreaser (NSN 7930-21-878-4817) should be used in accordance with manufacturer's instructions.

WARNING

Some of the following solutions are hazardous to health. It is important that personnel read and understand the information contained within the relevant MSDS's and follow all relevant safety precautions including the use of appropriate personnel protective equipment.

11. Degreasing shall be accomplished as follows:

- a. Completely immerse the piping in the degreasing solution while ensuring that air pockets are not formed and that all surfaces are treated.
- b. Remove the piping from the degreaser, drain, and then inspect for signs of residual grease.
- c. Repeat the procedure until it is determined that the pipe bore is free of grease.

Nettoyage de tuyauterie avant le chauffage – tuyaux neufs seulement

9. Pour empêcher qu'ils rouillent de nouveau ou qu'ils s'encrassent avec des résidus carbonisés ou des enduits de fabrication, tous les tuyaux neufs qui seront soumis à la chaleur doivent être nettoyés avec les produits suivants :

- a. kérosène - CAN/ONGC 3.3-M89 rév. 1 Type 1K (NNO 9140-21-578-1040),
- b. essence minérale - CAN/ONGC 3.8-M85 (NNO 6850-21-570-1572) ou solvant pour nettoyage à sec P-D-680A rév. 3 Type II (NNO 6850-00-281-1985).

10. Les dégraissants exclusifs approuvés, tel que le dégraissant soluble dans l'eau (NNO 7930-21-878-4817) doivent être utilisés en suivant les instructions du fabricant.

AVERTISSEMENT

Certaines des solutions mentionnées ci-dessous posent un risque pour la santé. Il est important que le personnel lise et comprenne l'information des FS connexes et qu'il suive les mesures de sécurité, y compris l'utilisation d'équipement de protection.

11. Le dégraissage sera effectué comme suit :

- a. immerger complètement la tuyauterie dans la solution de dégraissage en s'assurant qu'il n'y a pas de poches d'air et que toutes les surfaces sont traitées.
- b. retirer la tuyauterie du dégraissant, la drainer et l'inspecter pour y déceler la présence de graisse.
- c. répéter cette procédure jusqu'à ce que l'intérieur de la tuyauterie soit dépourvu de graisse.

Rinsing

12. After degreasing, the pipes shall be rinsed with hot or cold water, preferably under pressure, to remove residual cleaner or deposits. Union nuts and screwed ferrules shall be rinsed with particular care. A special effort shall be made to ensure that these fittings are kept clean during subsequent stages of cleaning.

Removal of Carbon Deposits and Paint – Used Pipe Only

13. Once degreased, carbon deposits and paint shall be removed as follows:

- a. Proprietary products, such as Oakite® Stripper SA (NSN 8010-21-853-8348), or Turco Alkaline Rust Remover (NSN 6850-01-213-8797) are to be used for paint and carbon deposit removal. The working solutions shall be prepared, maintained and used in accordance with to the manufacturer's instructions.
- b. Pipes shall be completely immersed and left to soak in the lower layer of the solvent-cleaning compound
- c. The period of immersion will depend upon the degree of contamination present and will vary from half an hour to twelve hours. The presence of carbon deposits in the bore will necessitate a prolonged period of immersion in order to effect removal.
- d. When contamination has been removed, pipes shall be allowed to drain over the tank to minimise solvent drag-out losses.

Rinsing

14. Rinsing procedures shall be as specified in paragraph 11.

Rinçage

12. Après le dégraissage, les tuyaux doivent être lavés à l'eau chaude ou à l'eau froide, préférablement sous pression, pour enlever l'agents nettoyant et les dépôts résiduels. Les écrous de raccord et les embouts vissés doivent être rincés avec une attention particulière. Il faut s'efforcer de garder ces raccords propres au cours des étapes de nettoyage subséquentes.

Décapage des dépôts de carbone et de la peinture – tuyaux usagés seulement

13. Après le dégraissage, les dépôts de carbone et la peinture doivent être décapés comme suit :

- a. en utilisant des produits exclusifs tels que le décapant Oakite® (NNO 8010-21-853-8348) ou le décapant pour la rouille Turco (NNO 6850-01-213-8797). Les solutions doivent être préparées, maintenues et utilisées selon les instructions du fabricant.
- b. il faut complètement immerger les tuyaux et les laisser tremper dans la couche inférieure du solvant.
- c. la période d'immersion dépendra du degré de contamination et variera entre une demi-heure et douze heures. La présence de dépôts de carbone à l'intérieur du tuyau signifie qu'il faut une période d'immersion plus longue pour s'en départir.
- d. une fois la contamination enlevée, drainer les tuyaux au-dessus du réservoir afin de minimiser les pertes de solution entraînée.

Rinçage

14. Les procédures de rinçage sont les mêmes que celles spécifiées au paragraphe 11.

Fabrication

15. Once rinsed, the fabrication of new piping assemblies or modifications to used piping assemblies shall commence. The attachment of permanent fittings, cutting, hot bending, heat treatments, hydrostatic testing for welded and brazed joint integrity and inspection shall be completed before proceeding to pickling processes. If greasy substances are used during fabrication, the degreasing procedure described in paragraph 8,9 and 10 shall be repeated to ensure grease-free piping.

16. After fabrication, piping assemblies shall be trial fitted at their final location to ensure that no further modification is necessary. Once proper fit has been assured the assemblies shall be dismantled and the cleaning processes completed.

Pickling (Rust and Scale Removal)

17. For pipes that have been hot or cold worked, the cleaning process continues as described below:

- a. A 20% inhibited hydrochloric acid solution shall be prepared and maintained as specified in Annex A, paragraph 9,10, 11 and 12.
- b. If proprietary solutions, such as Oakite® 32 (NSN 6850-01-329-0491), are used then they shall be prepared and maintained according to the manufacturer's instructions.
- c. Pipes that have been hot worked (i.e. bent using applied heat and/or with end connections that have been installed by welding or brazing) shall be dipped for 60 minutes in a 20 per cent inhibited hydrochloric acid solution.
- d. Pipes that have been cold bent and designed for use with compression type couplings shall be dipped for 30 minutes in a 20 per cent inhibited hydrochloric acid solution.

Fabrication

15. Une fois le rinçage terminé, la fabrication de nouveaux ensembles de tuyauterie ou la modification des ensembles de tuyauterie usagés peut commencer. La fixation de raccords permanents, le coupage, le pliage à chaud, les traitements thermiques, les essais hydrostatiques pour vérifier l'intégrité des joints soudés et brasés et les inspections doivent être complétés avant de passer aux procédures de dérochage. Si des substances graisseuses sont utilisées durant ces modifications, il faut répéter la procédure de dégraissage décrite aux paragraphes 8, 9 et 10.

16. Après la fabrication, les ensembles de tuyauterie doivent être placés à leur emplacement final pour s'assurer qu'aucune modification supplémentaire n'est nécessaire. Une fois l'ajustement terminé, les ensembles peuvent être démontés et les procédures de nettoyage terminées.

Dérochage (élimination de la rouille et du tartre)

17. Dans le cas de tuyaux déformés à chaud ou à froid, la procédure de nettoyage continue comme suit :

- a. une solution à 20 pour 100 d'acide hydrochlorique inhibé doit être préparée et maintenue tel que spécifié aux paragraphes 9, 10, 11 et 12 de l'annexe A.
- b. si des solutions exclusives telles que Oakite® 32 (NNO 6850-01-329-0491) sont utilisées, elles doivent être préparées et maintenues selon les instructions du fabricant.
- c. les tuyaux qui ont été déformés à chaud, tel qu'un tuyau plié en utilisant de la chaleur ou dont les raccords d'extrémité ont été installés par soudage ou brasage, doivent être trempés dans une solution à 20 pour 100 d'acide hydrochlorique inhibé pendant 60 minutes.
- d. les tuyaux qui ont été déformés à froid et conçus pour l'utilisation de raccords à compression doivent être trempés dans une solution à 20 pour 100 d'acide hydrochlorique inhibé pendant 30 minutes.

- e. At the end of the time prescribed above the pipes shall be removed, drained, and inspected for signs of residual rust or scale. Repeat the procedure until it is determined that the pipe bore is free of rust or scale.
- f. The period of immersion described above are for guidance only and the actual period will depend upon the degree of contamination present and will vary from half an hour to twelve hours.

Rinsing

18. At the completion of the pickling process the pipes shall be flushed with warm water and immediately drained. The total flushing and draining time shall not exceed 1 minute.

Neutralising the Acid

19. At the completion of the pickling process and rinsing, any remaining acid must be neutralised by treating the piping as described below:

- a. Prepare and maintain a 0.5% sodium nitrite solution prepared in accordance with Annex A, paragraph 16.
- b. If proprietary solutions, such as Turco Alkaline Rust Remover (NSN 6850-01-213-8797), are used then they shall be prepared and maintained according to the manufacturer's instructions.
- c. Pipes shall be slowly and completely immersed in the solution with care taken to ensure no air pockets remain. The period of immersion shall be approximately 15 minutes.

Rinsing

20. At the completion of the acid displacing process the pipes shall be flushed with cold water and immediately by a flush with hot water then drained. The total flushing and draining time shall not exceed 1 minute.

- e. après la période de temps prescrite ci-dessus, les tuyaux doivent être retirés de la solution, drainés et inspectés pour y déceler la présence de rouille ou tartre. Répéter la procédure jusqu'à ce que l'intérieur des tuyaux soit dépourvu de rouille ou tartre.
- f. les périodes d'immersion spécifiées ci-dessus ne sont fournies qu'à titre indicatif; les périodes actuelles varient selon le degré de contamination et se situent entre une demi-heure et douze heures.

Rinçage

18. Après le dérochage, les tuyaux doivent être rincés avec de l'eau tiède et drainés immédiatement. Le temps total pour le rinçage et le drainage ne doit pas dépasser 1 minute.

Neutralisation de l'acide

19. Après le dérochage et le rinçage, tout résidu d'acide doit être traité de la façon suivante :

- a. préparer et maintenir une solution à 0.5 pour 100 de nitrite de sodium tel que spécifié au paragraphe 16 de l'annexe A.
- b. si des solutions exclusives telles que le décapant pour rouille Turco (NNO 6850-01-213-8797) sont utilisées, elles seront préparées et maintenues selon les instructions du fabricant.
- c. immerger lentement et complètement la tuyauterie dans la solution en s'assurant qu'il n'y a pas de poches d'air. La période d'immersion sera d'approximativement 15 minutes.

Rinçage

20. Après la neutralisation de l'acide, les tuyaux doivent être rincés avec de l'eau froide et immédiatement après avec de l'eau chaude et ensuite drainés. Le temps total pour le rinçage et le drainage ne doit pas dépasser 1 minute.

Internal Burnishing

21. When rinsing is completed the interior surface of the pipes shall be burnished using the following procedure. Approved coil wire or nylon brushes shall be pulled through the pipe bores. The brushes must be examined prior to use and those found to have unattached or loose wires or other defects are to be discarded. Following the brush pull-through, lint-free cloth(s) soaked in acetone shall be pulled through until there is no evidence of smutting on the cloth(s). Strict control of pull-through feed into the piping and speed of pull-through is necessary to avoid tearing or shredding of pull-through cloth(s).

Drying

22. Once burnished, pipes shall be blown through with hot, dry air, which has passed through a nominal 5-micron (μm) filter, until the bores of the pipes are dry and free from dust. Cloth material shall not be used in drying operations.

Visual Inspection

23. Prior to final preservation all piping shall be visually inspected to ensure that all contamination has been removed.

24. To ensure that the required standard of cleanliness is achieved in all pipes intended for use in hydraulic systems, effective quality control shall be applied and documented.

25. A certificate of cleanliness, issued to cover each batch of pipes processed, is to be signed by the person nominated by the appropriate authority as being responsible for accepting the cleanliness standard of the pipes.

26. If visual inspection cannot be carried out immediately in the vicinity of the hot air drying facility, the pipe ends shall be sealed in accordance with instructions given in Annex B, and are to remain sealed until inspection takes place. Cloth materials shall not be used to seal open ends.

Polissage interne

21. Après le rinçage, la surface intérieure des tuyaux doit être polie en utilisant la procédure suivante. Il faut passer dans les tuyaux des écouvillons en fil métallique torsadé ou en nylon approuvés. Les écouvillons doivent être examinés avant de les utiliser et doivent être jetés s'il y a des fils détachés ou d'autres défaillances. Il faut ensuite passer un linge sans charpie imbibé d'acétone dans les tuyaux jusqu'à ce qu'il en ressorte propre. Il faut bien vérifier que le linge ne se déchire pas et ne se déchiquette pas.

Séchage

22. Une fois le polissage terminé, de l'air chaud et sec filtré avec un élément filtrant de capacité nominale de 5 micromètres (μm) doit être soufflé dans les tuyaux jusqu'à ce que ces derniers soient secs et dépourvus de poussière. Il ne faut pas utiliser de tissu pour la procédure de séchage.

Inspection visuelle

23. Avant la conservation finale, toute la tuyauterie doit être inspectée pour s'assurer que toute la contamination a été enlevée.

24. Afin de s'assurer que tous les standards de propreté sont atteints pour tous les tuyaux des systèmes hydrauliques, un contrôle de la qualité doit être effectué et documenté.

25. Un certificat de propreté, pour chaque lot de tuyaux nettoyés, qui confirme que le standard de propreté a été atteint, doit être signé par la personne autorisée.

26. S'il n'est pas possible d'inspecter visuellement et immédiatement les tuyaux près du dispositif de séchage à air chaud, les bouts doivent être scellés selon les instructions de l'annexe B jusqu'à ce que l'inspection puisse avoir lieu. Il ne faut pas utiliser de tissu pour sceller les bouts ouverts.

27. The visual inspection shall be conducted as follows:

- a. The interior of the pipes shall be visually inspected using light probes or good external sources of illumination. The use of a flexiscope is recommended for pipes with bends. Particular attention shall be paid to end fittings, connections, and bends where pipes have been subjected to heat.
- b. If scale, rust or other similar deposits are detected, the cleaning processes from pickling onwards shall be repeated. If carbon smuts or material fibres are evident, the cleaning processes from internal burnishing onwards must be repeated. If the second inspection shows that the cleanliness of pipe is still unsatisfactory then a thorough investigation shall be carried out to determine the cause and remedial action taken.
- c. When the visual inspection is complete all pipe ends or components ports are to be sealed in accordance with the instructions given in Annex B.

NOTE

The stages of cleaning from pickling to drying shall be carried out as a continuous process to reduce the risk of rusting or contamination between stages. Visual examination and preservation shall follow with a minimum delay. It is essential that the pipes or tubes be completely filled with the solution in use.

Preservation

28. Once the piping has been inspected and found to be satisfactory, it shall be preserved as follows:

- a. If the system specification requires that the piping be painted, then this shall be done prior to starting the preservation process. However, painting shall only proceed once all end caps or seals have been temporarily installed.

27. L'inspection visuelle sera effectuée comme suit :

- a. l'intérieur des tuyaux doit être inspecté à l'aide de sondes lumineuses ou d'une bonne source d'éclairage externe. L'utilisation d'un endoscope flexible est recommandée pour les sections de tuyau pliées. Il faut porter une attention particulière aux raccords de bout, aux raccordements et aux sections de tuyau pliées soumises à la chaleur.
- b. s'il y a présence de tartre, de rouille ou d'autres dépôts, les procédures de nettoyage, en commençant avec le dérochage, doivent être répétées. S'il y a des saletés de carbone ou de la charpie, les procédures de nettoyage, en commençant avec le polissage interne, doivent être répétées. Si la propreté du tuyau laisse encore à désirer, il faut entreprendre une enquête approfondie afin d'en déterminer les raisons et prendre des mesures correctives.
- c. une fois l'inspection visuelle terminée, les bouts des tuyaux et les orifices des composants doivent être scellés selon les instructions de l'annexe B

NOTA

Les étapes de nettoyage allant du dérochage au séchage doivent être effectuées de façon continue pour réduire les risques de corrosion ou de contamination entre les étapes. L'inspection visuelle et l'étape de la conservation doivent suivre sans tarder. Il est essentiel de complètement remplir les tuyaux avec la solution utilisée.

Conservation

28. Une fois l'inspection terminée et jugée satisfaisante, la tuyauterie sera conservée de la façon suivante :

- a. si le devis descriptif exige que la tuyauterie soit peinte, cette tâche sera effectuée avant de commencer la conservation. Toutefois, le peinturage ne commencera pas avant d'avoir installé de façon temporaire les capuchons ou les bouchons d'extrémité.

- b. All pipes, upon completion of cleaning processes and painting, shall be flushed and internally coated with the hydraulic fluid specified for use with that system. The flushing fluid shall be pre-filtered to the system new/post refit cleanliness standard specified in Part 3, Section 3.

Capping and Sealing Open Ends

29. Immediately after preservation, all pipes and fittings shall be capped and sealed in accordance with the instructions given in Annex B.

Identification after Cleaning

30. After preservation and sealing, an approved label shall be attached indicating that the pipe has been cleaned, preserved and has passed inspection. The label shall indicate the cleaning processes, the flushing fluid, the preservation fluid, and the date of the final inspection.

Storage

31. When pipes cannot be installed immediately after the preservation process then they shall be held in a dry storage facility and shall be subject to re-inspection immediately prior to installation.

CLEANING PROCEDURES – NON-FERROUS PIPING – NEW AND USED

Inspection

32. Prior to cleaning, used non-ferrous piping shall be inspected as specified in paragraph 7.

Degreasing

33. Degreasing procedures shall be as specified in paragraph 8, 9, and 10.

Removal of Carbon Deposits and Paint (Used Non – Ferrous Pipes)

34. Procedures shall be as specified in paragraph 12.

Rinsing

35. Rinsing procedures shall be as specified in paragraph 11

- b. une fois les procédés de nettoyage et de peinture terminés, tous les tuyaux doivent être rincés et les surfaces intérieures enduites de liquide hydraulique spécifié pour le système. Le liquide de rinçage doit être préfiltré selon le standard de propreté de système neuf ou remis à neuf spécifié dans la section 3 de la partie 3.

Obturation et scellage des bouts ouverts

29. Immédiatement après la conservation, tous les tuyaux et les raccords doivent être obturés et scellés selon les instructions de l'annexe B.

Étiquetage après le nettoyage

30. Après la conservation et le scellage, il faut apposer une étiquette appropriée indiquant que le tuyau a été nettoyé, conservé et qu'il a passé l'inspection. L'étiquette doit indiquer les procédés de nettoyage utilisés, le liquide de rinçage, le liquide de conservation et la date de l'inspection finale.

Entreposage

31. Lorsque les tuyaux ne peuvent pas être installés immédiatement après le procédé de conservation, ils doivent être entreposés dans un endroit sec et inspectés de nouveau immédiatement avant l'installation.

PROCÉDURES DE NETTOYAGE – TUYAUTERIE NON FERREUSE – NEUVE ET USAGÉE

Inspection

32. Avant le nettoyage, la tuyauterie non ferreuse usagée sera inspectée tel que spécifié au paragraphe 7.

Dégraissage

33. Le dégraissage sera effectué tel que spécifié aux paragraphes 8, 9 et 10.

Décapage des dépôts de carbone et de la peinture (tuyaux non ferreux usagés)

34. Les procédures seront telles que spécifiées au paragraphe 12.

Rinçage

35. Les procédures de rinçage seront telles que spécifiées au paragraphe 11.

Fabrication

36. For new and used non-ferrous piping the fabrication procedures specified in paragraphs 14 and 15 shall apply.

Visual Inspection

37. Pipes shall be inspected prior to the attachment of end fittings. If pipe bores are not bright and free from contamination, then cleaning shall be carried out in accordance with the pickling procedures described below.

Pickling

38. Piping that has failed the visual inspection described in paragraph 36 or that has been hot-worked shall be cleaned according to the process described below:

- a. All heat-treated pipes shall be acid cleaned.
- b. A 10 per cent sulphuric acid solution containing oxidising agents, at a temperature of $60^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, shall be prepared in accordance with the instructions contained in Annex A, paragraphs 13 through 15.
- c. If proprietary solutions, such as Oakite® 32 (NSN 6850-01-329-0491), are used then they shall be prepared and maintained according to the manufacturer's instructions.
- d. Pipes shall be carefully and completely immersed in the solution ensuring that air pockets are not formed all surfaces are treated.
- e. The exact time of treatment depends upon the strength of the acid solution, pipe length and diameter, and the initial pipe condition. Periodic inspections shall be used to monitor the progress of cleaning.
- f. Damage to the pipe materials caused by the pickling solution shall be minimised by ensuring that the pipes are not left in contact with the acid solution for longer than is necessary to remove contamination.

Fabrication

36. Pour la tuyauterie non ferreuse neuve et usagée, les procédés de fabrication seront tels que spécifiés aux paragraphes 14 et 15.

Inspection visuelle

37. Les tuyaux doivent être inspectés avant la fixation de raccords d'extrémité. Si la surface intérieure n'est pas reluisante et dépourvue de contamination, le nettoyage sera effectué selon les procédures de dérochage décrites ci-dessous.

Dérochage

38. La tuyauterie qui n'a pas été acceptée lors de l'inspection visuelle, décrite au paragraphe 36, ou qui a été déformée à chaud doit être nettoyée selon le procédé décrit ci-dessous :

- a. tous les tuyaux qui ont subi un traitement thermique doivent être nettoyés à l'acide.
- b. une solution à 10 pour 100 d'acide sulfurique contenant des agents oxydants, à une température de $60^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, doit être préparée selon les instructions des paragraphes 13 et 15 de l'annexe A.
- c. si des solutions exclusives telles que Oakite® 32 (NNO 6850-01-329-0491) sont utilisées, elles seront préparées et maintenues selon les instructions du fabricant.
- d. les tuyaux doivent être délicatement et complètement immergés dans la solution en s'assurant d'éviter les poches d'air et de bien traiter toutes les surfaces.
- e. le temps de traitement exact varie selon la concentration de la solution acide, la longueur et le diamètre du tuyau, et la condition initiale du tuyau. La progression du nettoyage sera vérifiée lors d'inspections périodiques.
- f. afin de réduire le dommage aux tuyaux causé par la solution de dérochage, il faut s'assurer de ne laisser les tuyaux en contact avec la solution acide que pour la durée nécessaire pour enlever la contamination.

- g. The acid solution shall be checked in accordance with Annex A, paragraph 14 and 15, and the acid concentration maintained at 10 per cent. When the metal content of the solution exceeds 80 grams/litre, the solution shall be discarded.

Rinsing

39. The pipes shall be rinsed in hot water for 10 minutes.

Neutralising the Acid

40. At the completion of the pickling process and rinsing, any remaining acid must be neutralised by treating the piping as described below:

- a. An ammonium hydroxide solution shall be prepared in accordance with the instructions given in Annex A, paragraph 17.
- b. If alpha brasses are being treated then it is recommended that a 2 to 5 per cent solution of sodium carbonate (soda ash) or calcium hydroxide (milk of lime) be used to neutralise the pickling solution. Alpha brasses are copper zinc alloys containing up to 38% zinc. The solution shall be prepared in accordance with the instructions given in Annex A, paragraph 18.
- c. If proprietary solutions are used then they shall be prepared and maintained according to the manufacturer's instructions.
- d. Pipes shall be slowly and completely immersed in the solution with care taken to ensure no air pockets remain. The period of immersion shall be approximately 15 minutes.

Washing after Neutralising

41. The pipes shall be washed with hot or cold water filtered through a nominal five µm filter.

Drying

42. Pipes shall be blown through with hot air that has been filtered through a nominal five µm filter until the pipes are dry and free of dust.

- g. la concentration de la solution acide doit être vérifiée selon les instructions des paragraphes 14 et 15 de l'annexe A et maintenue à 10 pour 100. Si le contenu métallique de la solution dépasse 80 gm/L, la solution doit être jetée.

Rinçage

39. Les tuyaux seront rincés dans l'eau chaude pendant 10 minutes.

Neutralisation de l'acide

40. Après les procédés de dérochage et de rinçage, tout résidu d'acide doit être neutralisé en traitant la tuyauterie comme suit :

- a. une solution d'ammoniaque doit être préparée selon les instructions du paragraphe 17 de l'annexe A.
- b. s'il faut traiter des alliages de cuivre, il est recommandé d'utiliser une solution à 2 à 5 pour 100 de carbonate de sodium ou d'hydroxyde de calcium (chaux) pour neutraliser la solution de dérochage. Les alliages de cuivre peuvent contenir jusqu'à 38 pour 100 de zinc. La solution doit être préparée selon les instructions du paragraphe 18 de l'annexe A.
- c. si des solutions exclusives sont utilisées, elles seront préparées et maintenues selon les instructions du fabricant.
- d. les tuyaux doivent être délicatement et complètement immergés dans la solution en s'assurant d'éviter les poches d'air. La période d'immersion doit être d'environ 15 minutes.

Lavage après la neutralisation

41. Les tuyaux doivent être lavés avec de l'eau chaude ou froide passée au travers d'un élément filtrant de capacité nominale de 5 micromètres (µm).

Séchage

42. De l'air chaud filtré avec un élément filtrant de capacité nominale de 5 micromètres (µm) doit être soufflé dans les tuyaux jusqu'à ce que ces derniers soient secs et dépourvus de poussière.

Visual Inspection

43. Visual inspection shall be as specified in paragraph 22.

Preservation

44. Preservation shall be as specified in paragraph 27.

Capping and Sealing Open Ends

45. Capping and sealing procedures shall be as specified in Annex B.

Identification After Cleaning

46. Identification procedures shall be as specified in paragraph 29.

Storage

47. Storage shall be as specified in paragraph 30.

Cleaning Procedures – Stainless Steel Piping – Used

48. Cleaning procedures for used stainless steel piping shall be as specified for used ferrous steel pipe except for the pickling process. Pickling shall be accomplished by immersing the piping for 10 to 15 minutes in a nitric/hydrofluoric acid solution. The solution shall be prepared in accordance with Annex A, paragraph 19 and 20, and shall be at a temperature of $55^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

Inspection visuelle

43. L'inspection visuelle doit être effectuée telle que spécifiée au paragraphe 22.

Conservation

44. La conservation doit être effectuée telle que spécifiée au paragraphe 27.

Obturation et scellage des bouts ouverts

45. Les procédures d'obturation et de scellage doivent être effectuées telles que spécifiées à l'annexe B.

Étiquetage après le nettoyage

46. Les procédures d'étiquetage doivent être effectuées telles que spécifiées au paragraphe 29.

Entreposage

47. L'entreposage doit être effectué tel que spécifié au paragraphe 30.

Procédures de nettoyage – tuyauterie d'acier inoxydable – usagée

48. Les procédures de nettoyage pour la tuyauterie d'acier inoxydable usagée sont les mêmes que celles utilisées pour les tuyaux ferreux, sauf le procédé de dérochage. Pour le dérochage, il faut immerger la tuyauterie dans une solution d'acide nitrique/hydrofluorique pendant 10 à 15 minutes. La solution doit être préparée selon les instructions des paragraphes 19 et 20 de l'annexe A, et maintenue à une température de $55^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

PART 3**CONTAMINATION CONTROL, ALLOWABLE
HYDRAULIC SYSTEM CONTAMINATION
LEVELS, AND ALLOWABLE FLUID
DEGRADATION LEVELS****SECTION 1****GENERAL****SCOPE**

1. This part of the CFTO describes the sources and types of contamination typically found within marine hydraulic system. The methods of determining allowable hydraulic system contamination levels are discussed and the allowable contamination levels for the majority of the systems installed on board CF vessels are detailed. Finally, hydraulic fluid degradation is described and the allowable fluid degradation levels in the hydraulic fluids are detailed.

2. These degradation limits apply to used hydraulic fluids only. New fluid limits are covered by a NATO standardisation agreement. Refer to the "Reference Book on Petroleum and Associated Products", CFTO C-82-007-001/AF-000, or contact DMSS 2-4 at National Defence Headquarters. Additional information may also be found at the DGMEPM Web page at:

<http://dgmeprm.d-ndhq.dnd.ca/dmss/dmss2/dmss2.htm>

PARTIE 3**CONTRÔLE DE LA CONTAMINATION,
NIVEAUX DE CONTAMINATION PERMIS
DANS LE SYSTÈME HYDRAULIQUE ET
NIVEAUX DE DÉGRADATION DE LIQUIDE
PERMIS****SECTION 1****GÉNÉRALITÉS****PORTÉE**

1. La présente partie de l'ITFC décrit les sources et les types de contamination présente dans un système hydraulique marin. Les méthodes utilisées pour déterminer les niveaux de contamination permis ainsi que les niveaux de contamination permis pour la majorité des systèmes à bord des navires des FC font l'objet de la discussion. De plus, la dégradation du liquide hydraulique est décrite et les niveaux de dégradation sont énumérés.

2. Les limites de dégradation s'appliquent aux liquides hydrauliques usagés seulement. Pour le liquide neuf, il existe un accord de standardisation de l'OTAN. Se référer à l'ITFC C-82-007-001/AF-000, livre de référence sur le pétrole et les produits connexes, ou joindre DSN 2-4 au Quartier général de la défense nationale. De l'information supplémentaire se trouve sur le site Web :

<http://dgmeprm.d-ndhq.dnd.ca/dsn/dsn2/dsn2.htm>

SECTION 2

CONTAMINATION CONTROL

GENERAL

1. The reliability of hydraulic systems and the longevity of system components are increased when attention is paid to the control of system contamination. High operating pressures and the small clearances typical of system components make it imperative that care is taken during the design, manufacture, installation, operation and maintenance of the systems to control the ingress and generation of contaminants. It is also essential that hydraulic fluid condition be monitored at regular intervals since excessive contamination build-up can contribute to fluid degradation and additive package breakdown.

2. The following describes the different types and sources of hydraulic system contamination and details measures that can be implemented to reduce and control contamination.

CONTAMINATION

3. Contamination is any foreign material in a system's hydraulic fluid that is capable of affecting the operation and reliability of that system and the control of contamination is essential. No hydraulic system is contamination free and all systems can tolerate some degree of contamination without adverse effect. However, excessive levels of contamination provide the potential for problems; control valves and actuators can malfunction and excessive wear can occur in pumps, motors and rams.

CONTAMINATION TYPES AND SOURCES

4. Contamination can be solid, organic, fluid, gaseous or microbiological and can enter hydraulic systems during manufacture, from the operational environment, can be system generated or can result from poor or improper maintenance.

SECTION 2

CONTRÔLE DE LA CONTAMINATION

GÉNÉRALITÉS

1. La fiabilité des systèmes hydrauliques et la durée de vie des composants augmentent si la contamination des systèmes est contrôlée. Les pressions d'utilisation élevées et les petits dégagements propres aux composants exigent une vigilance au niveau de la conception, la fabrication, l'installation, l'utilisation et la maintenance des systèmes pour contrôler l'entrée et la production de contaminants. Il est aussi essentiel de contrôler l'état du liquide hydraulique à des intervalles réguliers puisqu'une accumulation de contaminants peut occasionner la dégradation du liquide et la décomposition des additifs.

2. Les différents types et sources de contamination des systèmes hydrauliques, ainsi que les mesures nécessaires pour la réduire et la contrôler, sont décrites ci-dessous.

CONTAMINATION

3. La contamination se présente sous forme d'une matière étrangère dans un système hydraulique qui peut affecter le fonctionnement et la fiabilité du système; le contrôle de la contamination est essentiel. Aucun système n'est sans contamination et tout système peut tolérer une certaine quantité de contamination sans souffrir d'effets néfastes. Toutefois, des niveaux de contamination élevés peuvent créer des problèmes : les soupapes de commande et les actionneurs peuvent mal fonctionner et les pompes, moteurs et vérins peuvent s'user de façon prématurée.

TYPES ET SOURCES DE CONTAMINATION

4. La contamination peut être d'origine solide, organique, liquide, gazeuse et microbiologique. Elle peut pénétrer dans les systèmes hydrauliques durant la fabrication ou provenir de l'environnement durant l'utilisation; elle peut aussi être produite dans le système ou être le résultat d'un mauvais entretien.

SOLID CONTAMINATION

5. Component manufacture or system fabrication produce solid contaminants that include scale, rust, core sand, cutting swarf, sealing material, and paint chips. Contaminants are also introduced during system installation especially if proper hygiene practices, such as temporarily capping pipes, are not followed. Fabrication and assembly contaminants include weld spatter, grinding and paint debris, and metal particles generated during assembly. Environmental contaminants constantly enter systems; airborne dust enters through reservoir breathers, and past the wiper seals of exposed sliding surfaces of rods and actuators.

6. System operation continuously generates particulate contamination. The following generates metallic contaminants:

- a. abrasive or fatigue wear caused by hard particles bridging the clearances between moving surfaces,
- b. wear of contacting surfaces of seals, bearings, pump vane tips or gears,
- c. erosion of port or seating surfaces by fine particles suspended in the fluid stream, and
- d. cavitation effects.

7. Corrosion of the internal surfaces of system components, due to effects of water or acidic compounds, also generates solid contaminants. Non-metallic particulate contaminants are generated by seals, O-rings, gaskets, and from the inner surface of hoses. Heat and pressure increases the rate of oxidation of the hydraulic fluids that results in the production of gums and varnishes. Some of these oxidation by-products combine with the fine particulate contaminants to form sludges and sediments that clog filters and fine orifices, and coat system surfaces. Others contaminants, soluble in the hydraulic fluid, increase the viscosity of that fluid.

CONTAMINATION SOLIDE

5. La fabrication de composants ou de systèmes peut produire des contaminants solides qui comprennent le tartre, la rouille, le sable à noyaux, les copeaux, le matériau d'étanchéité et les éclats de peinture. Les contaminants sont introduits durant l'installation du système si les mesures de prévention, telles que l'obturation temporaire des tuyaux, ne sont pas respectées. Les contaminants produits durant la fabrication et le montage comprennent les projections de soudure, les débris de meulage et de peinture, et les particules métalliques. Les contaminants de l'environnement pénètrent constamment dans les systèmes : la poussière en suspension dans l'air entre par les reniflards des réservoirs et le long des joints racleurs des surfaces exposées des tiges et des actionneurs.

6. La contamination particulaire est constamment produite durant l'utilisation du système. Les activités suivantes produisent des contaminants métalliques :

- a. l'abrasion ou l'usure par fatigue causée par des particules dures qui se logent dans le dégagement entre les surfaces mobiles,
- b. l'usure des surfaces de contact des joints, des roulements, des palettes ou des engrenages des pompes,
- c. l'érosion des surfaces d'orifice ou de siège par les particules en suspension dans le liquide en mouvement, et
- d. l'effet de cavitation.

7. La corrosion des surfaces internes des composants, causée par l'eau ou des composés acides, produit aussi des contaminants solides. Des contaminants non métalliques proviennent des joints, des joints toriques et de la surface intérieure des boyaux. La chaleur et la pression augmentent le taux d'oxydation des liquides hydrauliques, ce qui produit de la gomme et du vernis. Certains des sous-produits provenant de l'oxydation se rattachent aux contaminants particulaires et forment des boues et des sédiments qui bloquent les filtres et les petits orifices, et se posent sur les surfaces du système. D'autres contaminants, solubles dans le liquide hydraulique, augmentent la viscosité du liquide.

8. Improper maintenance practices can also introduce particulate contaminants. New hydraulic fluid may appear clean, but should be considered as contaminated. Fluid storage containers can be contaminated prior to fill-up; new fluid can be contaminated within the refinery transfer piping; improper storage can cause contamination to enter the fluid container and, finally, the fluid can be contaminated during the fluid transfer to the system. Contamination can also enter the system during repair or overhaul if proper hygiene procedures are not followed.

Solid Particle Size

9. Solid particle contamination of a hydraulic fluid has two general classifications: fine and coarse. Coarse particles can be seen by the unaided human eye, and should not be of concern since mesh strainers and filters will normally trap and remove them from circulation. Of more concern are fine particles which, because of their extremely small size, are measured in microns (one micron or micrometre is equal to one millionth of a metre). Fine particles range in size from 0.5 and 40 μm and cannot be seen by the unaided human eye. These small particles cannot be seen because the generally accepted lower limit of resolution for a dark particle is 40 μm . To give some perspective these fine particles have size ranges similar to bacteria and the average human hair diameter is between 70 and 80 μm .

• • • • •
• CAUTION •
• • • • •

Maintainers must not assume that a clean and bright fluid is not contaminated, cleanliness must always be checked before a fluid is used.

8. Un mauvais entretien peut causer l'introduction de contaminants particulaires. Le liquide hydraulique neuf peut sembler propre mais il devrait être considéré comme étant contaminé. Les contenants de liquide peuvent être contaminés avant le remplissage; le liquide neuf peut être contaminé dans la tuyauterie de transfert de la raffinerie; un mauvais entreposage peut favoriser l'entrée de contaminants dans le contenant et le liquide peut être contaminé durant le remplissage du système. Les contaminants peuvent aussi entrer dans le système durant la réparation ou la remise à neuf si les mesures de précaution ne sont pas respectées.

Taille des particules solides

9. Les particules solides dans le liquide hydraulique se distinguent selon deux groupes : fines et grossières. Les particules grossières peuvent être observées à l'oeil nu; il ne faut pas s'en préoccuper puisque les crépines et les filtres les retiendront et les empêcheront de circuler. Il faut toutefois se soucier des particules fines qui, vu leur taille extrêmement petite, sont mesurées en micromètres (un micromètre correspond à un millionième d'un mètre). La taille des particules fines se situe entre 0.5 et 40 μm et elles ne peuvent pas être observées à l'oeil nu, puisque la limite de résolution généralement reconnue pour une particule foncée est de 40 μm . Pour fins de comparaison, ces particules sont environ de la même taille que les bactéries et le diamètre d'un cheveu humain se situe entre 70 et 80 μm .

• • • • •
• ATTENTION •
• • • • •

Le personnel de maintenance ne doit pas considérer qu'un liquide propre et reluisant est sans contamination. La propreté du liquide doit toujours être vérifiée avant de l'utiliser.

Solid Contaminant Wear

10. Fine solid contaminants within a hydraulic system can be further categorised into three size groups: smaller than, greater than, or approximately equal to the surface clearances of the system components. Those that are much smaller than surface clearances pass through causing minimal damage. Particles larger than surface clearances cannot enter and thereby cause minimal damage, though they can accumulate over time and cause blockages. Most damaging are particles that are approximately equal in size to the surface clearances. These particles can become embedded in one surface and abrade the other surface. Figure 3-2-1 lists typical clearance values for various hydraulic components. It can be seen that for all of the locations listed, the particles most likely to enter the clearance and cause most abrasive wear are smaller than can be seen with the unaided eye.

ORGANIC CONTAMINATION

11. Organic contamination within a hydraulic system includes all sizes of synthetic elastomeric particles produced by normal wear. These synthetic elastomers, used in the construction of O-rings, seals, gaskets, and hoses, include neoprene, thiokol, silicones, fluorocarbon resins, and hypalon. Organic contamination can also be a product of the normal oxidation or polymerisation processes that occur under the effects of pressure and temperature. These processes form products such as organic acids, asphaltics, gums, resins, and varnishes. Some of these products combine with elastomeric and dust particles to form sludges and sediments that are trapped in filters or collect in and block orifices and channels. Others are soluble and cause fluid viscosity to increase.

12. Manufacturers minimise the formation of oxidation and polymerisation products by blending antioxidant additives with the base hydraulic fluids, however, these additives deplete over time and oxidation levels gradually increase.

Usure causée par les contaminants solides

10. Les particules fines peuvent elles-mêmes se répartir en trois groupes selon leur taille : plus petite, plus grande ou approximativement égale aux dégagements de surface des composants du système. Les particules de tailles beaucoup plus petites que les dégagements de surface passent sans causer de dommage important. Les particules de tailles plus grandes que les dégagements de surface ne peuvent pas pénétrer et ne causent donc aucun dommage important, quoiqu'elles puissent s'accumuler et causer un blocage. Les particules de tailles approximativement les mêmes que les dégagements de surface sont inquiétantes. Ces particules peuvent s'incruster dans une surface et user l'autre surface. La figure 3-2-1 énumère les dégagements propres à différents composants hydrauliques. Il est à noter que dans tous les cas les particules les plus aptes à pénétrer dans les dégagements et causer du dommage sont celles qui ne peuvent pas être observées à l'œil nu.

CONTAMINATION ORGANIQUE

11. La contamination organique dans un système hydraulique comprend des particules élastomériques synthétiques de tailles diverses; elles sont le résultat d'une usure normale. Ces élastomères synthétiques, utilisés pour la fabrication de joints toriques, de joints et de boyaux comprennent le néoprène, les élastomères au polysulfide, les silicones, les résines de fluorocarbures et les polyéthylènes chlorosulfonés. La contamination organique peut aussi se produire suite à l'oxydation normale ou les procédés de polymérisation affectés par la pression et la température. Ces procédés peuvent produire des matières telles que les acides organiques, les composés asphaltiques, les gommes, les résines et les vernis. Certains des produits se rattachent aux particules élastomériques et à la poussière et forment des boues et des sédiments qui se prennent dans les filtres et bloquent les orifices et les passages. D'autres contaminants, solubles dans le liquide hydraulique, augmentent la viscosité du liquide.

12. Les fabricants réduisent la formation des produits d'oxydation et de polymérisation en ajoutant des additifs antioxydants au liquide hydraulique. Toutefois, ces additifs se détériorent éventuellement et les niveaux de produits d'oxydation augmentent graduellement.

Component		Clearance (μm)
Composant		Dégagement (μm)
Gear Pump / Pompe à engrenages -	Gear to side plate / Entre l'engrenage et la plaque latérale	0.5 - 5
	Gear tip to case / Entre le bout d'engrenage et le boîtier	0.5 - 5
Vane Pump / Pompe à palettes -	Tip to vane / Entre le bout et la palette	0.5 - 1 *
	Sides to vane / Entre les côtés et la palette	5 - 13
Piston Pump / Pompe à pistons -	Piston to bore (R) / Entre le piston et le cylindre (R)	5 - 40
	Valve plate to cylinder / Entre le plateau de distribution et le cylindre	0.5 - 5
Servo valve / Soupape asservie -	Spool sleeve (R) / Tiroir (R)	1 - 4
Control valve / Soupape de commande -	Spool sleeve (R) / Tiroir (R)	1 - 23
	Poppet type / Clapet	13 - 40
Hydrostatic bearings / Paliers hydrostatiques		0 - 25
Anti-friction bearings / Roulements		0.5*
Slide bearings / Paliers		0.5*
* - Estimate for thin lubricant film / Estimation pour couche mince de lubrifiant		
R - Radial Clearance / Dégagement radial		

Figure 3-2-1 Table of Typical Component Clearances**Figure 3-2-1 Tableau des dégagements de composant typiques**

FLUID CONTAMINATION

13. Fluid contamination of hydraulic systems does occur and should be considered as seriously as particulate contamination. The intentional or inadvertent addition of hydraulic fluids of the wrong grade or specification, lubricating oil, or fuel can affect a system's operation. Manufacturing and fabrication process fluids such as cutting oils, cleaning fluids or preservatives may not be flushed from the system prior to start-up, can affect system fluid properties and can accelerate corrosion, erosion and wear.

14. The most common fluid contaminant found in hydraulic systems is water, which, in the case of shipboard systems, can be either fresh or seawater. Sources for water contamination includes atmospheric moisture, condensation, seal leakage, cooler tube failure, filling or topping up under adverse conditions and filling or topping up with contaminated new fluid. Water contamination of hydraulic fluids can promote corrosion and oxidation. Free water can collect in critical areas and can freeze if in exposed areas.

GASEOUS CONTAMINATION

15. Gaseous contamination of hydraulic systems is not usually a significant problem but when it occurs system performance is effected. Normally the dissolved or entrained gas will be air but other gases, such as the nitrogen used to charge accumulator bottles, can enter the system. Entrained gas increases the compressibility of the fluid, slows system response and can make system operation erratic and noisy. Pump efficiency can be effected and the wear rate of pumps and control valves can increase because of erosion caused by cavitation. Entrained air will also increase fluid oxidation rate and foam formation. Air can be introduced whenever a system is installed or is opened for routine maintenance or repair. Air can also be drawn into a system past worn pump shaft or actuator seals, or through reservoir fluid agitation. Improper maintenance procedures, such as failure to fill filter bowls when replacing filter elements or maintaining proper fluid levels can introduce gaseous contamination.

CONTAMINATION LIQUIDE

13. La contamination liquide des systèmes hydrauliques peut avoir lieu et doit être considérée aussi problématique que la contamination particulaire. L'ajout intentionnel ou accidentel de liquides hydrauliques de type incorrect, d'huile lubrifiante ou de carburant peut affecter le fonctionnement du système. Les liquides utilisés durant la fabrication, tels que l'huile de coupe, les solutions nettoyantes ou les agents de conservation n'ont peut-être pas été évacués du système avant le démarrage et peuvent donc affecter les caractéristiques du liquide du système, ce qui peut accélérer la corrosion, l'érosion et l'usure.

14. Le contaminant liquide le plus courant est l'eau, douce ou salée dans le cas de systèmes à bord des navires. L'eau contaminante peut provenir de l'humidité atmosphérique, de la condensation, des fuites de joints, d'un refroidisseur défectueux, d'un remplissage effectué sous des conditions difficiles ou de l'utilisation d'un liquide neuf contaminé. L'eau dans les liquides hydrauliques peut favoriser la corrosion et l'oxydation. L'eau peut s'accumuler dans des endroits critiques; l'eau peut geler si elle se retrouve dans des emplacements exposés.

CONTAMINATION GAZEUSE

15. La contamination gazeuse des systèmes hydrauliques ne mérite généralement pas une attention particulière, sauf que lorsqu'elle est présente le système peut être affecté. Habituellement, le gaz dissous ou entraîné est l'air, sauf que parfois d'autres gaz, tel que l'azote de l'accumulateur, peuvent s'introduire dans le système. Le gaz entraîné augmente la compressibilité du liquide, réduit le temps de réaction du système et rend le système erratique et bruyant. L'efficacité de la pompe peut être affectée et l'érosion par cavitation peut faire augmenter le taux d'usure des pompes et des soupapes de commande. L'air entraîné peut aussi augmenter le taux d'oxydation du liquide et la formation de mousse. L'air peut s'introduire lorsque le système est installé ou ouvert pour l'entretien ou pour une réparation. L'air peut aussi être entraîné dans le système en passant le long d'un arbre de pompe usé ou d'un joint d'actionneur usé, ou lorsque le liquide dans le réservoir est agité. Des procédures de maintenance inadéquates, telles que négliger de remplir de liquide la cuve du filtre lors du remplacement de l'élément filtrant ou de maintenir les niveaux de liquide, peuvent causer la contamination gazeuse.

16. Most of the air trapped within the system at installation or after routine maintenance or repair can be released by bleeding the system. The remainder will be dissolved as pressure increases and fluid circulates, and will be carried to the reservoir where the gases will be released to atmosphere.

MICROBIOLOGICAL CONTAMINATION

17. The possibility of microbiological contamination of hydraulic systems is remote but can occur when the appropriate conditions exist. This form of contamination should be suspected when rapid filter element blocking occurs and a gel-like coating is seen on the element surfaces. Fluid discoloration and clouding can be indicative of microbiological contamination as can the distinctive rotten egg smell of hydrogen sulphide gas. Some of these indicators can be confused with other types of contamination; therefore, samples should be collected and sent for analysis before corrective measures are taken.

18. For petroleum based fluids, free water must be present before microbiological growth can occur and if free water is not allowed to accumulate then problems with microbiological growth will be prevented.

CONTAMINATION REDUCTION AND CONTROL

19. Although complete elimination of contamination within a hydraulic system is impossible, specific measures can limit the ingestion and production of contaminants. These measures begin with system design, continue during system installation and finally through proper maintenance practices throughout a system's lifetime.

20. Hydraulic systems must be designed with adequate filtration and the filters must be located where they provide greatest protection. The filters perform three major functions: control the ingestion of airborne contaminants; control circulating contaminants in system pressure lines, return lines and recirculating loops; and finally, they isolate and protect contamination sensitive components. System design includes provisions for filling, topping-up, flushing, by-pass filtration and sample collection that are accessible, easily cleaned, and minimise the possibility of introducing contaminants.

16. L'air pris dans le système au moment de l'installation ou après une procédure de maintenance ou de réparation peut en grande partie être éliminé en effectuant la purge du système. Le reste de l'air captif sera dissous alors que la pression augmente et que le liquide circule, et se retrouvera dans le réservoir où il sera éliminé dans l'air ambiant.

CONTAMINATION MICROBIOLOGIQUE

17. La possibilité de contamination microbiologique dans les systèmes hydrauliques est infime mais elle peut exister lorsque les conditions nécessaires sont présentes. Ce type de contamination peut être présent lorsque les filtres s'encrassent rapidement et qu'un revêtement ayant une allure de gel se trouve sur les surfaces de l'élément filtrant. La décoloration et le ternissement du liquide, ainsi que l'odeur d'oeuf pourri du sulfure d'hydrogène peuvent être indicatifs de contamination microbiologique. Certaines de ces indications peuvent correspondre à d'autres types de contamination; des échantillons doivent être pris et analysés avant de prendre des mesures correctives.

18. Dans le cas des liquides dérivés du pétrole, l'eau doit être présente pour qu'une croissance microbiologique ait lieu. Si le système est dépourvu d'eau, les problèmes de contamination microbiologique seront évités.

RÉDUCTION ET CONTRÔLE DE LA CONTAMINATION

19. Même si l'élimination complète des contaminants dans un système hydraulique est impossible, certaines précautions peuvent en réduire l'absorption et la production. Ces précautions, prises dès la conception, doivent être mises en application durant l'installation du système et les procédures de maintenance pour la durée de vie du système.

20. La conception des systèmes hydrauliques inclut l'installation de filtres situés où ils offriront le plus de protection. Les filtres jouent trois rôles principaux : le contrôle de l'absorption de contaminants en suspension dans l'air, le contrôle des contaminants circulant dans les conduites de refoulement, les conduites de retour et les boucles de recirculation, et l'isolement et la protection des composants sensibles aux contaminants. La conception du système doit permettre le remplissage, le rinçage, la filtration en dérivation et l'échantillonnage de liquide; l'équipement connexe doit être accessible et facile à nettoyer et doit minimiser la possibilité d'introduire des contaminants.

DESIGN

21. System designers should always follow the system guidelines outlined in Part 1, Section 3, and any significant deviations or omissions should be brought to the attention of the Technical Authority.

CLEANING AND INSTALLATION

22. The cleaning and installation procedures outlined in Part 2 should be followed to the greatest extent possible. If significant deviations are expected then these should only occur after the Technical Authority has granted approval.

MAINTENANCE

23. Sampling procedures, described in Part 4, Section 2, should be employed to the greatest extent possible to monitor the condition of system fluid. Filling, flushing, and draining procedures, described in Part 5, should be followed so that contamination is initially minimised and controlled over the long term.

CONCEPTION

21. Les concepteurs de système doivent toujours suivre les lignes directrices décrites à la section 3 de la partie 1. Toute dérogation ou omission importante doit être portée à l'attention de l'autorité technique.

NETTOYAGE ET INSTALLATION

22. Les procédures de nettoyage et d'installation décrites à la partie 2 doivent être respectées autant que possible. Si des dérogations importantes sont probables, la mise en application sera sous réserve de l'approbation de l'autorité technique.

MAINTENANCE

23. Les procédures d'échantillonnage décrites à la partie 4 de la section 2 doivent être utilisées autant que possible pour contrôler l'état du liquide hydraulique. Les procédures de remplissage, de rinçage et de drainage, décrites à la partie 5, doivent être respectées afin que la contamination soit minimisée initialement et contrôlée à long terme.

SECTION 3

ALLOWABLE HYDRAULIC SYSTEM CONTAMINATION LEVELS

GENERAL

1. As stated previously, no hydraulic system is contamination free and systems can tolerate some degree of contamination. However, satisfactory and dependable operation of a system, long component life, and reduced hydraulic fluid degradation rates depend upon the control of contaminant levels.

2. Research conducted by oil refiners, hydraulic component and filter manufacturers, system designers, regulatory bodies, and military organisations, has made it possible to specify allowable contamination levels that system operators or maintainers can use as target levels when monitoring system condition. Allowable contamination is assigned to a specific system after considering the system's intended use and criticality, the type of components within the system, typical operational environments, the system's duty cycle, and expected useful life.

3. The following describes the allowable levels and methods used to determine the contamination levels of hydraulic fluids used in the majority of the hydraulic systems fitted in CF ships. For additional information on hydraulic fluids and allowable contamination, reference should be made to the "Reference Book on Petroleum and Associated Products", CFTO C-82-007-001/AF-000, the "Oil and Coolant Condition Analysis Program" (OCCAP) described in CFTO-03-010-647/MS-001, and each system's technical documentation.

ALLOWABLE CONTAMINATION LEVELS – SOLIDS

4. Throughout this section solid contaminants should be understood to include the elastomeric particles, sludges and sediments that are part of a hydraulic system's organic contamination. These are included because they are detectable and form part of the particulate contamination levels described below.

SECTION 3

NIVEAUX DE CONTAMINATION PERMIS DU SYSTÈME HYDRAULIQUE

GÉNÉRALITÉS

1. Tel que mentionné auparavant, aucun système hydraulique n'est sans contamination et les systèmes peuvent tolérer un certain niveau de contamination. Toutefois, le fonctionnement satisfaisant et fiable d'un système, la longue durée de vie des composants et le taux de dégradation réduite du liquide hydraulique sont reliés au contrôle des niveaux de contamination.

2. La recherche menée par les raffineries, les fabricants de filtres et de composants hydrauliques, les concepteurs de systèmes, les organismes de réglementation et les organismes militaires permet de spécifier les niveaux de contamination permis qui peuvent servir de barème aux utilisateurs et au personnel de maintenance pour contrôler l'état du système. Le niveau de contamination permis est désigné pour un système spécifique après avoir tenu compte de son utilisation prévue et de sa criticité, du type de composants, de l'environnement opérationnel, du cycle d'utilisation et de la durée de vie anticipée.

3. Les niveaux permis sont énumérés ci-dessous, ainsi que les méthodes pour déterminer les niveaux de contamination des liquides de la plupart des systèmes hydrauliques à bord des navires des FC. Pour obtenir de l'information supplémentaire sur les liquides hydrauliques et les niveaux de contamination permis, se référer à l'ITFC C-82-007-001/AF-000, ouvrage de référence sur le pétrole et les produits connexes, l'ITFC C-03-010-647/MS-001 qui présente le programme d'analyse de l'état des huiles et des agents de refroidissement, et la documentation technique de chaque système.

NIVEAUX DE CONTAMINATION PERMIS – SOLIDES

4. Dans le contexte de la présente section, les contaminants solides comprennent les contaminants organiques tels que les particules élastomériques, les boues et les sédiments. Ces particules sont perceptibles et sont incluses dans les niveaux de contamination particulaire énumérés ci-dessous.

ALLOWABLE CONTAMINATION LEVELS

5. Technical orders, specifications and manuals define allowable solid particulate contamination levels using one or more of the six standards or methods listed below.

- | | |
|---------------------------------------------------|-----------------------------|
| a. Millipore Colour Patch Test Analysis | |
| b. Society of Automotive Engineers | SAE T49D - 1963 (Disavowed) |
| c. National Aerospace Society | NAS 1638 |
| d. U.S. Department of Defense | MIL-STD-1246C |
| e. U.K. Ministry of Defence CHA(RN) | DEF STAN 05-42/2 |
| f. International Organization for Standardization | ISO 4406 |

6. The Millipore Colour Patch Test compares test filter patches against reference colour swatches to assign cleanliness levels; these levels are equivalent to those defined in the SAE T49D. This method is no longer used because of the lack of precision of the method.

7. The SAE, NAS, and MIL standards were originally developed during the 1960's and are based on particle size distributions that roughly correspond with naturally occurring dust. They do not account for the grinding, crushing, and filtering processes that occur within hydraulic systems. When these standards are used, system cleanliness classes are assigned by comparing particle populations within discrete ranges against those defined in the standards.

8. DEF STAN 05-42/2 was derived from data gathered from many Royal Navy hydraulic systems. The particle distributions within each cleanliness level have greater small particle populations and are considered more representative of operating hydraulic systems. Using the DEF STAN method, system contamination levels are determined by comparing system particulate populations against those defined in the standard or by visually comparing, under a microscope, specially prepared filter patch slides against a series of standard slides.

NIVEAUX DE CONTAMINATION PERMIS

5. Les instructions techniques, les spécifications et les manuels établissent les niveaux de contamination permis en se reportant à un ou plus des standards ou méthodes énumérés ci-dessous.

- | | |
|-------------------------------------------------|-------------------------|
| a. nécessaire d'échantillonnage de Millipore | |
| b. Society of Automotive Engineers | SAE T49D - 1963 (renié) |
| c. National Aerospace Society | NAS 1638 |
| d. Département de la Défense (États-Unis) | MIL-STD-1246C |
| e. U.K. Ministry of Defence CHA(RN) | DEF STAN 05-42/2 |
| f. Organisation internationale de normalisation | ISO 4406 |

6. Le nécessaire d'échantillonnage de Millipore est basé sur une comparaison de bandes d'essai filtrées et de bandes colorées de référence pour désigner les niveaux de propreté; ces niveaux correspondent à ceux décrits dans la norme SAE T49D. Cette méthode n'est plus utilisée puisqu'elle n'est pas suffisamment précise.

7. Les standards SAE, NAS et MIL, développés dans les années 60, sont basés sur la distribution de particules selon leur taille; cette distribution correspond approximativement à celle de la poussière naturelle. Elle ne tient pas compte des procédés de meulage, d'écrasage et de filtrage dans les systèmes hydrauliques. Dans le cas de ces standards, les catégories de propreté du système sont désignées en comparant les populations de particules dans des fourchettes précises par rapport à celles établies dans les standards.

8. Le standard DEF STAN 05-42/2 provient de données recueillies de plusieurs systèmes hydrauliques de la Marine royale. La distribution des particules pour chaque niveau de propreté comprend plus de particules petites, ce qui correspond davantage aux systèmes hydrauliques. Dans le cas du standard DEF STAN, les niveaux de contamination sont établis en comparant les populations particulières du système avec celles définies dans le standard ou en comparant visuellement, à l'aide d'un microscope, des diapos de bandes filtrées et des diapos standards.

9. SAE, NAS, MIL, and CHA(RN) standards require that particles be counted, either automatically using an optical particle counter or manually by examining a filter patch through an optical microscope, visually grading, and then counting the number of particles per grade.

10. Manufacturers and users of fluid power equipment have recognised that a simple, unambiguous, meaningful and truly international means of describing contamination levels was required. The International Organization for Standardization (ISO) developed ISO 4406 – “Method for coding level of contamination by solid particles” to meet this need. The code recognises that an accurate assessment of fluid contamination can be made by quantifying the number of particles larger than 5 µm (representing silting conditions) and 15 µm (representing wear conditions) in a millilitre (mL) of sample fluid. A step ratio of two between the upper and lower limits of a scale number (i.e. 5 - 10, 10 - 20, 20 - 40, etc.) was adopted to keep the scale range manageable and meaningful.

11. An ISO code number consists of two “Scale Numbers” (see Figure 3-3-1) separated by a slash (/). The first Scale Number corresponds to the number of particles larger than 5µm, and the second Scale Number corresponds to the number of particles larger than 15 µm.

Example: An ISO code number 18/13 signifies that between 1300 and 2500 particles are larger than 5 µm, and between 40 and 80 particles are larger than 15 µm in a 1 mL sample of fluid.

NOTE

ISO is considering amending ISO 4406 to include a third Scale Number to indicate the number of particles larger than 2µm (representing very fine silt particles). These particles are becoming a concern as more system designs include tight-tolerance, small-clearance, control valves. If amended the code number would take the form 02/05/15. The majority of automatic particle counter manufacturers have anticipated the adoption of this amendment and have extended the range of their counters to include particles 2µm and larger.

9. Les standards SAE, NAS, MIL, et CHA(RN) exigent que les particules soient comptées, automatiquement en utilisant un compteur optique de particules ou manuellement en examinant une bande filtrée avec un microscope optique, en catégorisant les particules et en comptant le nombre de particules dans chaque catégorie.

10. Les fabricants et les utilisateurs d'équipement hydraulique reconnaissent le besoin d'avoir une méthode simple, non ambiguë, compréhensible et à caractère international pour décrire les niveaux de contamination. L'organisation internationale de normalisation (ISO) a développé la norme ISO 4406 – Méthode de codage des niveaux de contamination particulaire – pour répondre à ce besoin. Selon le code, une évaluation précise du niveau de contamination peut être obtenue en chiffrant le nombre de particules dont la taille dépasse 5 µm (conditions de limon) et 15 µm (conditions d'usure) dans un millilitre (mL) de liquide échantillonné. Un rapport de deux existe entre les limites supérieure et inférieure du chiffre d'échelle (p. ex. 5-10, 10-20, 20-40, etc.) pour maintenir la fourchette de l'échelle pratique et compréhensible.

11. Un code ISO comprend deux «chiffres d'échelle» (voir la figure 3-3-1) séparés par une barre oblique (/). Le premier chiffre d'échelle correspond au nombre de particules dont la taille dépasse 5 µm et le deuxième chiffre d'échelle correspond au nombre de particules dont la taille dépasse 15 µm.

Exemple : Le code ISO 18/13 signifie qu'il y a entre 1300 et 2500 particules dont la taille dépasse 5 µm, et qu'il y a entre 40 et 80 particules dont la taille dépasse 15 µm dans 1 mL de liquide échantillonné.

NOTA

L'ISO pense modifier la norme ISO 4406 afin d'inclure un troisième chiffre d'échelle pour les particules dont la taille dépasse 2 mm (limon très fin). Ces particules peuvent être problématiques puisque les systèmes ont de plus en plus des soupapes de commande à tolérance serrée et à petit dégagement. Si la modification a lieu, le code aura l'allure 02/05/15. La grande majorité des fabricants de compteurs de particules automatiques ont prévu l'effet de cette modification et leur appareil peut compter les particules dont la taille dépasse 2 mm.

Number of Particles per mL Nombre de particules par mL		Scale Number Chiffre d'échelle
More than Plus de	Up to and Including Jusqu'à (inclusivement)	
80,000	160,000	24
40,000	80,000	23
20,000	40,000	22
10,000	20,000	21
5,000	10,000	20
2,500	5,000	19
1,300	2,500	18
640	1,300	17
320	640	16
160	320	15
80	160	14
40	80	13
20	40	12
10	20	11
5	10	10
2.5	5	9
1.3	2.5	8
0.64	1.3	7
0.32	0.64	6
0.16	0.32	5
0.08	0.16	4
0.04	0.08	3
0.02	0.04	2
0.01	0.02	1

Figure 3-3-1 Allocation of ISO Scale Numbers
Figure 3-3-1 Attribution des chiffres d'échelle ISO

12. Figure 3-3-2 details the allowable particle counts per size range of the SAE, MIL, NAS, and RN cleanliness standards and the equivalent ISO cleanliness code for each standard.

12. La figure 3-3-2 énumère le nombre de particules permis selon la fourchette de taille pour les standards de propreté SAE, MIL, NAS et RN, et le code ISO équivalent.

ISO 4406 Code	SAE Class	MIL- STD 1246C	NAS 1638	RN Class DEFSTAN 05-42/2	Number of Particles per 100 mL Sample See Note 1					
Code ISO 4406	Catégorie SAE	MIL- STD 1246C	NAS 1638	Cat. RN	Nombre de particules dans un échantillon de 100 mL Voir Note 1					
	(1963)	(1994)	(1992)	Table A	>5µm	>10µm	>15µm	>25µm	>50µm	>100µm
22/17				100000	3,600,000	330,000	100,000	15,000	1,000	200
22/15				21000	2,400,000	171,000	21,000	4,600	600	140
21/18			12		1,245,584		221,584	39,184	6,784	1,024
21/14				15000	1,600,000	105,000	15,000	2,600	300	80
20/17			11		622,792		110,792	19,592	3,392	512
20/13				6300	741,000	41,000	6,300	1,260	160	50
19/16			10		311,396		55,396	9,796	1,696	256
19/13				4400	480,000	33,000	4,400	950	120	32
18/15	6		9		177,592 155,698	49,592	22,000 27,698	7,592 4,898	1,092 848	92 128
18/12				2000	190,000	12,000	2,000	530	80	20
17/14	5		8		112,001 77,849	25,001	11,000 13,849	3,601 2,449	471 424	41 64
17/11				1300	81,000	6,300	1,300	300	50	12
16/13	4		7		44,456 38,924	12,456	5,000 6,924	1,756 1,224	246 212	21 32
16/10				800	39,000	3,800	800	180	30	7
15/13		200			28,000	8,800	4,189	1,240	170	16
15/12	3		6		30,261 19,462	6,261	2,700 3,462	901 612	121 106	11 16
15/9				400	20,000	1,900	400	100	20	5
14/11	2		5		12,821 9,731	3,121	1,300 1,731	441 306	61 53	5 8
13/10	1		4		6,181 4,864	1,581	580 864	241 152	31 26	3 4
12/9	0		3		3,480 2,432	780	320 432	110 76	17 13	1 2
11/9		100	2		1,217 1,785		217 265	39 78	6 11	1 1
10/7			1		609		109	20	4	1
9/6			0		304		54	10	2	0
8/5			00		152		27	5	1	0
Note: Numbers in italics are extrapolated or interpolated.										
Note : Les chiffres en italiques sont extrapolés ou interpolés.										

Figure 3-3-2 Correlation of Cleanliness Standards
Figure 3-3-2 Corrélation entre les standards de propreté

METHODS OF DETERMINING ISO PARTICULATE CONTAMINATION LEVELS

13. The ISO method has been adopted as the standard for reporting hydraulic fluid contamination levels on CF ships. This standardisation will minimise the conflicts and confusion that can occur when system contamination cleanliness requirements are reported using the other methods.

14. ISO cleanliness levels for the hydraulic systems fitted on board HFX, IRO, PTR and SSO Class vessels have been assigned using one of the following methods:

- a. Where the allowable cleanliness levels are defined using the ISO cleanliness codes in a system's technical orders, specifications or manuals, these are included unchanged. If the cleanliness levels are specified by standards other than the ISO codes (SAE, NAS, etc.), then the relationships detailed Figure 3-3-2 are used to assign the ISO code.
- b. Where specific cleanliness requirement could not be found in a system's documentation, the system's manufacturer was asked to recommend a suitable cleanliness level for their system. Again, when the manufacturer's code was defined using one of the other standards then an ISO code was assigned using relationship described in the Figure 3-3-2.
- c. The third method of assigning a cleanliness code required reviewing the system and ascertaining which component was most sensitive to particulate contamination. That component's manufacturer was contacted and asked to provide their recommendations on permissible cleanliness levels.
- d. Finally, if none the methods outlined above resulted in the assigning of an allowable cleanliness code, the recommendations published by two major hydraulic equipment manufacturers (Vickers and Pall) were used. These cleanliness code recommendations lists the various types of components found in hydraulic system and are based upon the manufacturers' engineering evaluations and field experience.

MÉTHODES POUR DÉTERMINER LES NIVEAUX DE CONTAMINATION PARTICULAIRES ISO

13. La méthode ISO a été adoptée comme standard pour enregistrer les niveaux de contamination de liquide hydraulique sur les navires des FC. Cette normalisation évitera les conflits et la confusion qui peuvent se produire si d'autres méthodes sont utilisées.

14. Les niveaux de propreté ISO des systèmes hydrauliques à bord des navires de types HFX, IRO, PTR et SSO ont été désignés en utilisant les méthodes suivantes :

- a. si les niveaux de propreté permis qui apparaissent dans les instructions techniques, les spécifications ou les manuels sont spécifiés selon les codes ISO, ils resteront tel quel. Si toutefois les niveaux de propreté sont spécifiés en utilisant d'autres standards (SAE, NAS, etc.) un code ISO, tel qu'énuméré à la figure 3-3-2, sera attribué.
- b. dans le cas où le niveau de propreté n'était pas mentionné dans la documentation du système, la recommandation du fabricant du système a été suscitée. Si la recommandation du fabricant faisait allusion aux standards autres que ISO, un code ISO était assigné conformément à la figure 3-3-2.
- c. une troisième méthode d'attribution de code de propreté exige que le système soit évalué pour identifier le composant qui est le plus sensible à la contamination. Une recommandation du fabricant du composant concernant le niveau de propreté permis a été suscitée.
- d. finalement, si aucune des méthodes décrites ci-dessus n'était satisfaisante, les recommandations des fabricants importants d'équipement hydraulique (Vickers et Pall) ont été utilisées. Ces recommandations comprennent des codes de propreté pour divers composants hydrauliques, selon leur évaluation technique et leur expérience pratique.

**CONTAMINATION LEVELS FOR CLASS
HYDRAULIC SYSTEMS**

15. Figure 3-3-3 details the cleanliness levels assigned to the majority of the hydraulic systems of CF ships. These levels were determined using the methods described above. Wherever possible, target refit/overhaul levels and maximum in-service levels are provided.

16. If the specified contamination levels cannot be achieved then the issuing authority for this document or the equipment's Life Cycle Maintenance Manager should be notified. Similarly, these authorities should be contacted if it is thought that the contamination level is too high for the safe and effective operation of a specific system.

**NIVEAUX DE CONTAMINATION DES SYSTÈMES
HYDRAULIQUES POUR DIFFÉRENTS TYPES DE
NAVIRES**

15. La figure 3-3-3 énumère les niveaux de propreté assignés à la plupart des systèmes hydrauliques des navires des FC. Ces niveaux ont été déterminés en utilisant les méthodes décrites ci-dessus. Autant que possible, les niveaux cibles pour la remise en état ou le réaménagement et les niveaux maximaux durant l'utilisation sont fournis.

16. Si les niveaux de contamination ne peuvent pas être atteints, en aviser l'autorité compétente pour ce document ou le gestionnaire du cycle de vie du matériel. De plus, les autorités doivent être avisées si le niveau de contamination peut nuire au fonctionnement sécuritaire et efficace d'un système.

System (ERN) Système (NIM)	NAS 1638		DEF STAN 05-42		MIL-STD-1246A		Code ISO Code	
	New or Post Refit	In Service	New or Post Refit	In Service	New or Post Refit	In Service	New or Post Refit	In Service
	Neuf ou remis à neuf	En service	Neuf ou remis à neuf	En service	Neuf ou remis à neuf	En service	Neuf ou remis à neuf	En service
CRPP Système d'hélice à pales orientables réversibles (E24559)								18/15 (3)
GT Start pack Bloc de démarrage – turbine à gaz (E24547)		7 (1)		6300 (1)				16/13 (4) 20/13 (4)
Steering Gear – Brown Bros. Appareil à gouverner – Brown Bros. (E27943)	7 (1)						16/13 (1)	16/13 (2)
Steering Gear – Wagner Appareil à gouverner – Wagner (E27943)			1300 (1)	15000 (1)			17/11 (4)	21/14 (4)
M111-K2 Deck Crane Grue de pont M111-K2 (E28470)							17/14 (2)	19/16 (2)
Rib Crane Bossoir de canot pneumatique (E28400)	7 (3)	9 (3)					16/13 (3)	18/15 (3)
Rast Equipment – Hydraulic Power Unit Équipement RAST – bloc hydraulique (E39158)	8 (1)	10 (1)					17/14 (4)	19/16 (4)
Rast Equipment – Rapid Securing Device Équipement RAST – dispositif d'amarrage rapide (E39158)8 (1)	10 (1)						17/14 (4)	19/16 (4)
57 mm Bofors Mk 2 Gun Arme 57 mm Bofors Mk 2 (E70270)							16/13 (1)	
Towed Array System Réseau remorqué (E69745)						200 (3)		15/13 (4)

Figure 3-3-3(a) (Sheet 1 of 2) Allowable Cleanliness Levels for HFX Class Vessels

Figure 3-3-3(a) (feuille 1 de 2) Niveaux de propreté permis pour les navires de types HFX

System (ERN) Système (NIM)	NAS 1638		DEF STAN 05-42		MIL-STD-1246A		Code ISO Code	
	New or Post Refit	In Service	New or Post Refit	In Service	New or Post Refit	In Service	New or Post Refit	In Service
	Neuf ou remis à neuf	En service	Neuf ou remis à neuf	En service	Neuf ou remis à neuf	En service	Neuf ou remis à neuf	En service
Phalanx Close In Weapon System Système de défense à courte portée – Phalanx (E70321)								
<p>Source: (1) Contamination level included in system CFTO. (2) Contamination level based on component sensitivity. (3) OEM maximum contamination level recommendation. (4) Equivalent ISO code.</p> <p>Source : (1) Niveau de contamination spécifié dans l'ITFC du système. (2) Niveau de contamination spécifié selon la sensibilité du composant. (3) Niveau de contamination maximal recommandé par le fabricant. (4) Code ISO équivalent.</p>								

Figure 3-3-3(a) (Sheet 2 of 2) Allowable Cleanliness Levels for HFX Class Vessels

Figure 3-3-3(a) (feuille 2 de 2) Niveaux de propreté permis pour les navires de types HFX

System (ERN) Système (NIM)	NAS 1638		DEF STAN 05-42		MIL-STD-1246A		Code ISO Code	
	New or Post Refit	In Service	New or Post Refit	In Service	New or Post Refit	In Service	New or Post Refit	In Service
	Neuf ou remis à neuf	En service	Neuf ou remis à neuf	En service	Neuf ou remis à neuf	En service	Neuf ou remis à neuf	En service
Controllable Propeller System Système d'hélice contrôlable (E24181)	5(3)	8 (3)					14/11 (4)	17/14 (4)
Gas Turbine Hydraulic Starting System Bloc de démarrage – turbine à gaz (E24168)	7(3)	8 (3)					16/13 (4)	17/14 (4)
Electro-hydraulic Steering Gear Appareil à gouverner électro-hydraulique (E27320)	5(3)	8 (3)					14/11 (4)	17/14 (4)
Torpedo Davit Light Crane Bossoir de torpille – grue légère (E28186)								17/14 (2)
RIB Davit- Model D5512CT Bossoir de canot pneumatique – modèle D5512CT (E28184)							16/14 (3)	17/15 (3)
Capstan – Forward Cabestan – avant (E28196)							15/13 (2)	17/15 (2)
AN/SQA 502 Sonar Group Hoist Mécanisme de levage pour appareil sonar AN/SQA 502							15/13 (2)	17/15 (2)
Helicopter Hauldown System – Hydraulic Power Unit Dispositif d'appontage pour hélicoptères – bloc hydraulique (E39103)	8 (3)	10 (3)					17/14 (4)	19/16 (4)
Helicopter Hauldown System – Rapid Securing Device Dispositif d'appontage pour hélicoptères – dispositif d'amarrage rapide (E39103)	8 (3)	10 (3)					17/14 (4)	19/16 (4)

Figure 3-3-3(b) (Sheet 1 of 2) Allowable Cleanliness Levels for IRO Class Vehicles
Figure 3-3-3(b) (feuille 1 de 2) Niveaux de propreté permis pour les navires de types IRO

System (ERN) Système (NIM)	NAS 1638		DEF STAN 05-42		MIL-STD-1246A		Code ISO Code	
	New or Post Refit	In Service	New or Post Refit	In Service	New or Post Refit	In Service	New or Post Refit	In Service
	Neuf ou remis à neuf	En service	Neuf ou remis à neuf	En service	Neuf ou remis à neuf	En service	Neuf ou remis à neuf	En service
Otto Melara 76/62 Gun Arme Otto Melara 76/62 (E70326)			7 (1)					16/13 (4)
Long Range Surveillance Radar AN/SPQ-502 (LW08) Radar de surveillance à longue portée AN/SPQ-502 (LW08) (E59747)							15/13 (2)	17/15 (2)
Long Range Surveillance Radar AN/SPQ-501 (DAO8) Radar de surveillance à longue portée AN/SPQ-501(DAO8) (E59756)							15/13 (2)	17/15 (2)
Vertical Launch System Mk 41 Mod 1 Strikedown System Système de lancement vertical Mk 41 rév. 1 – système escamotable (E70321)		9(3)	10 (3)				18/15 (4)	19/16 (4)
Close In Weapons System Système de défense à courte portée (E70321)								
<p>Source: (1) Contamination level included in system CFTO. (2) Contamination level based on component sensitivity. (3) OEM maximum contamination level recommendation. (4) Equivalent ISO code.</p> <p>Source : (1) Niveau de contamination spécifié dans l'ITFC du système. (2) Niveau de contamination spécifié selon la sensibilité du composant. (3) Niveau de contamination maximal recommandé par le fabricant. (4) Code ISO équivalent.</p>								

Figure 3-3-3(b) (Sheet 2 of 2) Allowable Cleanliness Levels for IRO Class Vehicles
Figure 3-3-3(b) (feuille 2 de 2) Niveaux de propreté permis pour les navires de types IRO

System (ERN) Système (NIM)	NAS 1638		DEF STAN 05-42		MIL-STD-1246A		Code ISO Code	
	New or Post Refit	In Service	New or Post Refit	In Service	New or Post Refit	In Service	New or Post Refit	In Service
	Neuf ou remis à neuf	En service	Neuf ou remis à neuf	En service	Neuf ou remis à neuf	En service	Neuf ou remis à neuf	En service
Steering Gear Appareil à gouverner (E27378)							17/14 (3)	17/14 (3)
Bow Thruster Unit Propulseur d'étrave (E27383)							17/11 (2)	18/15 (2)
Ammunition Elevator Hatch Écoute de l'ascenseur des munitions (E28210)	5 (3)	8 (3)					14/11 (4)	17/14 (4)
Stores Elevator Hatch Écoute de l'ascenseur des approvisionnements (E28224)	5 (3)	8 (3)					14/11 (4)	17/14 (4)
Cargo Valve System Soupape de remplissage (E94120)							17/11 (2)	18/15 (2)
Anchor Windlass Guindeau (E28134)	8 (3)	9 (3)					17/11 (4)	18/15 (4)
Capstan Cabestan (E28133)	8 (3)	9 (3)					17/11 (4)	18/15 (4)
RIB Crane Bossoir de canot pneumatique (E28527)							17/11 (2)	18/15 (2)
Hangar Door System Système de porte du hangar (E28142)							17/11 (2)	18/15 (2)
RAS Saddle Winches Treuils REM (E28202)	8 (3)	9 (3)					17/11 (4)	18/15 (4)

Figure 3-3-3(c) (Sheet 1 of 2) Allowable Cleanliness Levels for PTR Class Vessels

Figure 3-3-3(c) (feuille 1 de 2) Niveaux de propreté permis pour les navires de types PTR

System (ERN) Système (NIM)	NAS 1638		DEF STAN 05-42		MIL-STD-1246A		Code ISO Code	
	New or Post Refit	In Service	New or Post Refit	In Service	New or Post Refit	In Service	New or Post Refit	In Service
	Neuf ou remis à neuf	En service	Neuf ou remis à neuf	En service	Neuf ou remis à neuf	En service	Neuf ou remis à neuf	En service
RAS Highline Winches Treuils REM (E28204)	8 (3)	9 (3)					17/11 (4)	18/15 (4)
<p>Source: (1) Contamination level included in system CFTO. (2) Contamination level based on component sensitivity. (3) OEM maximum contamination level recommendation. (4) Equivalent ISO code.</p> <p>Source : (1) Niveau de contamination spécifié dans l'ITFC du système. (2) Niveau de contamination spécifié selon la sensibilité du composant. (3) Niveau de contamination maximal recommandé par le fabricant. (4) Code ISO équivalent.</p>								

Figure 3-3-3(c) (Sheet 2 of 2) Allowable Cleanliness Levels for PTR Class Vessels
Figure 3-3-3(c) (feuille 2 de 2) Niveaux de propreté permis pour les navires de types PTR

System (ERN) Système (NIM)	NAS 1638		DEF STAN 05-42		MIL-STD-1246A		Code ISO Code	
	New or Post Refit	In Service	New or Post Refit	In Service	New or Post Refit	In Service	New or Post Refit	In Service
	Neuf ou remis à neuf	En service	Neuf ou remis à neuf	En service	Neuf ou remis à neuf	En service	Neuf ou remis à neuf	En service
OBERON Class Submarines Sous-marins de type OBERON								
Main Hydraulic System Système hydraulique principal			15000 (1)	21000 (1)			21/14 (4)	23/15 (4)
One Man Control Mono-commande			6300 (1)	15000 (1)			20/13 (4)	21/14 (4)
KINGSTON Class Maritime Coastal Defence Vessels Navires de défense côtière de type KINGSTON								
Bofors 40 mm Canon Bofors 40 mm								
Steering Gear Appareil à gouverner								
Crane Bossoir								
After Capstan Cabestan arrière								
Propulsion/Steering System Système de propulsion et de direction								
Source: (1) Contamination level included in system CFTO. (2) Contamination level based on component sensitivity. (3) OEM maximum contamination level recommendation. (4) Equivalent ISO code. Source : (1) Niveau de contamination spécifié dans l'ITFC du système. (2) Niveau de contamination spécifié selon la sensibilité du composant. (3) Niveau de contamination maximal recommandé par le fabricant. (4) Code ISO équivalent.								

Figure 3-3-3(d) (Sheet 1 of 1) Allowable Cleanliness Levels for Miscellaneous Vessel Classes

Figure 3-3-3(d) (feuille 1 de 1) Niveaux de propreté permis pour les navires de types divers

GENERAL GUIDELINES FOR SELECTING AN ISO CONTAMINATION LEVEL FOR A HYDRAULIC SYSTEM

17. The following guidelines should be used when assigning cleanliness levels to systems that do not have required cleanliness levels specified in their technical documentation or are not listed in Figure 3-3-3.

18. As stated previously, the maximum level of contamination that can be tolerated in a system is dependent upon the system design, component sensitivity, safety, and mission criticality. High performance, high-pressure systems require a high level of fluid cleanliness because they use components with small clearances (see Figure 3-2-1) and very smooth surface finishes. In contrast, medium pressure systems operating in non-critical roles use components with greater clearances and can tolerate higher contamination levels.

19. Ideally, all systems would be maintained with a very low level of contamination ensuring long-term reliability, but maintaining these lower contamination levels can increase maintenance costs. Therefore the contamination level specified for a system must balance these conflicting requirements.

20. Figure 3-3-4 should be used as guidance when selecting a contamination level for systems that are not detailed in Figure 3-3-3 and that do not have manufacturer recommendations detailed in their specifications or manuals.

ALLOWABLE CONTAMINATION LEVELS - FLUIDS

21. Some fluid contamination of hydraulic fluids is inevitable and the ability to detect fluid contaminants varies. Soluble fluid contaminants such as organic acids, gums, varnishes, and cutting, cleaning or preserving fluids are difficult to detect. This is also true if the addition of the wrong grade or type of hydraulic fluid contaminates a system. These contaminants may not be identified during normal fluid condition analysis but their existence can be indicated by changes in fluid viscosity, acidity or alkalinity. Water, the major fluid contaminant of hydraulic fluids, can be readily detected and the degree of contamination quantified.

LIGNES DIRECTRICES POUR LA SÉLECTION D'UN NIVEAU DE CONTAMINATION ISO D'UN SYSTÈME HYDRAULIQUE

17. Les lignes directrices suivantes peuvent servir à attribuer des niveaux de propreté dans le cas où cela n'a pas été spécifié dans la documentation technique, ou si l'information ne se trouve pas à la figure 3-3-3.

18. Tel que mentionné auparavant, le niveau de contamination maximal qui peut être toléré dépend de la conception du système, la sensibilité des composants et la criticité de la mission. Les systèmes haute pression performants exigent un niveau de propreté du liquide élevé puisque les composants possèdent de petits dégagements (voir la figure 3-2-1) et des surfaces très lisses. D'autre part, les systèmes pression moyenne utilisés pour des missions non critiques possèdent des composants ayant de plus grands dégagements et peuvent donc tolérer un plus haut niveau de contamination.

19. Théoriquement, tous les systèmes devraient fonctionner avec un très bas niveau de contamination et profiteraient d'une fiabilité de longue durée, sauf que maintenir ces bas niveaux de contamination peut augmenter les coûts de maintenance. Le choix du niveau de contamination pour un système particulier doit tenir compte de ce fait.

20. La figure 3-3-4 peut servir de guide pour la sélection d'un niveau de contamination pour les systèmes non énumérés à la figure 3-3-3 et pour lesquels les recommandations du fabricant n'apparaissent pas dans les spécifications ou les manuels.

NIVEAUX DE CONTAMINATION PERMIS - LIQUIDES

21. Un certain degré de contamination liquide est inévitable et l'habileté à dépister ces contaminants varie. Les contaminants liquides tels que les acides organiques, les gommes, les vernis, ainsi que les liquides de coupe, de nettoyage et de conservation sont difficiles à dépister. C'est aussi le cas s'il s'agit d'un ajout de liquide du mauvais type. Ces contaminants risquent de ne pas être identifiés lors de l'analyse normale du liquide mais peuvent causer des changements au niveau de la viscosité, de l'acidité ou de l'alcalinité. L'eau, le contaminant le plus courant, peut facilement être dépistée; le degré de contamination peut être quantifié.

Target ISO Code Code ISO cible	Number of Particles per mL Nombre de particules par mL		Sensitivity Sensibilité	Type of System Type de système	Most Contamination Sensitive System Component Composant le plus sensible à la contamination
	>5µm	>15µm			
15/11	16000	1000	Critical critique	small capacity, high pressure, fine clearance, high reliability control systems – combat systems, etc. petite capacité, haute pression, tolérance serrée, fiabilité élevée, systèmes de commande, systèmes de combat, etc.	high performance servo valves soupapes asservies haute performance
16/13	32000	4000	Very important très importante	small/medium capacity, high quality, reliable control systems, cranes, helo-hauldown systems, etc. petite/moyenne capacité, haute qualité, systèmes de commande fiables, grues, systèmes d'apportage pour hélicoptères, etc.	servo valves, piston pumps, proportional control valves soupapes asservies, pompes à pistons, soupapes de commande à action proportionnelle
18/14	130000	8000	important importante	medium/large capacity, medium/high pressure, reliable systems, winches, windlasses, etc. moyenne/grande capacité, moyenne/haute pression, systèmes fiables, treuils, guindeaux, etc.	vane pumps, pressure and flow control valves pompes à palettes, soupapes de refoulement, soupapes régulatrices
19/15	250000	16000	average moyenne	large capacity, low/medium pressure reliable systems, systems with large clearances, older ram type steering gear systems, etc. grande capacité, moyenne/basse pression, systèmes fiables, grandes tolérances, appareil à gouverner à vérin (vieux style), etc.	gear pumps, directional control valves, cartridge valves pompes à engrenages, soupapes de distribution, soupapes à cartouche

Figure 3-3-4 Suggested Cleanliness Levels for Various Groups of Hydraulic Systems
Figure 3-3-4 Niveaux de propreté suggérés pour divers types de systèmes hydrauliques

22. Mineral oil based hydraulic fluid is somewhat hygroscopic, which means it can absorb moisture directly from its surrounding environment. Atmospheric relative humidity and temperature, and the temperature, pressure and properties of the hydraulic fluid influence the concentration of water absorbed. For any combination of these conditions an equilibrium point exists where the absorbed water is dissolved in the fluid, the water concentration remains unchanged, and the fluid is said to have reached its saturation point. A change in any condition will change the fluid's saturation point and either additional water will be absorbed until the fluid reaches the new saturation point or the fluid will become supersaturated. Once supersaturated, the excess water will condense to a free or emulsified state and become visible as either water droplets or a cloudy fluid. A typical example would be a hydraulic system where the fluid normally reaches a temperatures of 60°C (140°F). At operating temperatures the fluid's water saturation point would be between 250-300 parts per million (ppm) and a fluid sample would be clear. When the system stops running the fluid temperature can drop to 4°C (40°F) and the fluid's saturation point drops to between 40 and 80 ppm and the fluid could appear cloudy or free water could collect in the piping or reservoir.

23. Most hydraulic systems operate at temperatures between 50°C and 60°C and the petroleum based hydraulic fluids used on CF ships can have saturation points of between 250-300 ppm at these temperatures. It is generally accepted that, for systems which operate frequently, water concentrations of this magnitude do not pose lubrication or corrosion problems. Normally, room temperature samples (approximately 20°C) of in-service petroleum based fluids should have saturated water concentrations of between 100 and 200 ppm.

24. Water contamination becomes a concern when concentrations exceed 400 ppm. At this level of contamination a system shutdown and resulting cooling off of the fluid can cause water to collect and form slugs or small pockets of water. This free water can cause corrosion, lubrication can be reduced and control valve operation can be effected. When elevated water concentrations are noticed system maintainers should:

- a. monitor the system's condition more frequently,

22. Le liquide hydraulique à base d'huile minérale est quelque peu hygroscopique, ce qui signifie qu'il peut absorber de l'humidité directement de son environnement immédiat. L'humidité relative et la température de l'air, ainsi que la température, la pression et les caractéristiques du liquide hydraulique, affectent la concentration de l'eau absorbée. Pour toute combinaison de ces conditions, il existe un point fixe où l'eau absorbée est dissoute dans le liquide, la concentration de l'eau ne change pas, et le liquide a atteint le point de saturation. Si une des conditions change, le point de saturation changera et d'autre eau sera absorbée jusqu'à ce qu'un nouveau point de saturation soit atteint, ou le liquide deviendra sursaturé. Une fois le liquide sursaturé, l'eau excédentaire formera une émulsion; des gouttelettes d'eau ou un liquide trouble sera visible. À titre d'exemple, prenons un système hydraulique où le liquide atteint habituellement une température de 60 °C (140 °F). À la température d'utilisation, le point de saturation de l'eau dans le liquide est de 250-300 mg/L et un échantillon de liquide est clair. Lorsque le système s'arrête, la température du liquide peut baisser jusqu'à 4 °C (40 °F) et le point de saturation se situe entre 40 et 80 mg/L; le liquide possède alors une allure trouble et l'eau peut s'accumuler dans la tuyauterie ou le réservoir.

23. La plupart des systèmes hydrauliques fonctionnent à des températures qui se situent entre 50 °C et 60 °C et les liquides hydrauliques à base de pétrole utilisés sur les navires des FC ont des points de saturation qui se situent entre 250 et 300 mg/L à ces températures. Il est généralement reconnu que dans le cas de systèmes utilisés fréquemment, des concentrations d'eau de cette ampleur ne posent pas de problèmes au niveau de la lubrification ou la corrosion. Habituellement, des échantillons de liquide à base de pétrole en service à la température de la pièce (environ 20 °C) possèdent des concentrations d'eau saturée qui se situent entre 100 et 200 mg/L.

24. La contamination d'eau devient problématique lorsque les concentrations dépassent 400 mg/L. À ce niveau de contamination, si le système s'arrête soudainement et que le liquide refroidit, des masses de liquide peuvent se former. Cette eau peut causer de la corrosion, la lubrification peut être réduite et le fonctionnement des soupapes de commande peut être affecté. Lorsque des concentrations d'eau élevées sont notées le personnel de maintenance doit :

- a. surveiller l'état du système plus fréquemment,

- b. attempt to identify the contamination source, and
- c. remove the excess water contamination by using a portable filtration system.

25. At water contamination levels above 500 ppm, component damage is very likely to occur and corrective action should be taken as quickly as possible. System maintainers should attempt to locate and correct the cause of the contamination. Appropriate corrective actions include using a portable filtration system to remove the excess water contamination or, where the contamination is severe, draining and replacement of the fluid.

- b. identifier la source de contamination, et
- c. évacuer l'eau excédentaire en utilisant un système de filtration transportable.

25. À des concentrations d'eau dépassant 500 mg/L, le risque d'endommager les composants est élevé et il faut prendre des mesures correctives aussitôt que possible. Le personnel de maintenance doit identifier la cause de la contamination et prendre les mesures correctives nécessaires, telles que l'utilisation d'un système de filtration transportable, ou, dans des cas extrêmes, le drainage et le remplacement du liquide.

SECTION 4

ALLOWABLE FLUID DEGRADATION LEVELS

GENERAL

1. System designers select a hydraulic fluid that will have properties capable of transmitting the required power at the design flow rates. In addition, the fluid will be chemically stable, will have a long storage and service life, will resist oxidation, emulsification, foaming and corrosion, will be non-corrosive and inhibit wear, and finally will be relatively non-toxic and fire resistant. Initially a fluid will meet all of these requirements but, over time, the physical and chemical properties degrade and monitoring the properties will provide an indication of overall fluid condition.

2. Research conducted by oil refiners, hydraulic component and filter manufacturers, system designers, regulatory bodies, and military organisations, has made it possible to specify allowable oil degradation levels that system operators or maintainers can use as guidelines when monitoring system condition.

3. The following describes the allowable levels and the methods used to determine the fluid degradation levels of hydraulic fluids used in the majority of the hydraulic systems on CF ships. For additional information on hydraulic fluids and condition parameters, reference should be made to the "Reference Book on Petroleum and Associated Products", CFTO C-82-007-001/AF-000, the "Oil and Coolant Condition Analysis Program" (OCCAP) described in CFTO-03-010-647/MS-001, and each system's technical documentation.

SECTION 4

NIVEAUX DE DÉGRADATION PERMIS DU LIQUIDE

GÉNÉRALITÉS

1. Les concepteurs de système choisissent un liquide hydraulique pouvant transmettre la puissance voulue aux débits prévus. De plus, le liquide doit être chimiquement stable, il doit posséder une longue durée de vie en entreposage et en service, il doit résister à l'oxydation, à l'émulsification, à la formation de mousse et à la corrosion, il doit être non corrosif, il doit prévenir l'usure, et finalement il doit être relativement non toxique et résistant au feu. Initialement, le liquide peut répondre à toutes ces exigences. Toutefois, éventuellement les caractéristiques physiques et chimiques peuvent se détériorer; le contrôle de ces caractéristiques donnera une bonne indication de l'état du liquide.

2. La recherche menée par les raffineries, les fabricants de filtres et de composants hydrauliques, les concepteurs de systèmes, les organismes de réglementation et les organismes militaires, permet de spécifier les niveaux de dégradation permis qui peuvent servir de barème aux utilisateurs et au personnel de maintenance pour contrôler l'état du système.

3. Les niveaux permis sont énumérés ci-dessous, ainsi que les méthodes pour déterminer les niveaux de dégradation des liquides de la plupart des systèmes hydrauliques à bord des navires des FC. Pour obtenir de l'information supplémentaire sur les liquides hydrauliques et les paramètres connexes, se référer à l'ITFC C-82-007-001/AF-000, ouvrage de référence sur le pétrole et les produits connexes, l'ITFC C-03-010-647/MS-001 qui présente le programme d'analyse de l'état des huiles et des agents de refroidissement, et la documentation technique de chaque système.

FLUID CONDITION

Fluid Degradation

4. Degradation of the physical properties and characteristics of hydraulic fluids are indicated by changes in viscosity, acidity or alkalinity, and element make-up. Fluid degradation is usually attributed to circumstances such as operating at abnormally high temperatures, the addition of incompatible fluids, improper storage of the fluid, or ageing. Contaminants, both solid and fluid, in hydraulic fluid can also act as catalysts that speed the process of fluid degradation. Unlike solid or water contamination, which can be removed by mechanical means, fluid degradation is generally irreversible. The fluid should be replaced when the level of degradation reaches the allowable use limits described either below or in the individual systems technical documentation.

Viscosity

5. The viscosity of the fluid describes its resistance to flow when acted upon by an external force and defines the lubricating properties of the fluid. Viscosity changes with temperature and pressure, and system designers select fluids with these changes in mind. When a fluid's viscosity decreases power transmission is reduced, excessive slippage occurs at pumps and motors, and leakage past seals and valve spools increases. Increased viscosity increases the likelihood of cavitation, degrades system operation, and reduces flow rates and pump life.

6. Hydraulic fluid viscosity is measured using the method outlined in ASTM Standard D445 and Figure 3-4-1 lists the allowable new fluid viscosities described in "Reference Book on Petroleum and Associated Products" CFTO C-82-007-001/AF-000.

7. Significant changes in viscosity do not normally occur but minor variations due to mechanical shearing or oxidation can occur. Where a significant increase or decrease in viscosity is noted then the addition of the wrong grade of fluid should be suspected.

ÉTAT DU LIQUIDE

Dégradation du liquide

4. La dégradation des caractéristiques physiques des liquides hydrauliques est indiquée par les changements de viscosité, d'acidité ou d'alcalinité et de composition élémentaire. La dégradation du liquide est habituellement attribuée à des circonstances telles que le fonctionnement à des températures anormalement élevées, l'ajout de liquides incompatibles, le mauvais entreposage du liquide ou le vieillissement. Les contaminants, solides et liquides, dans le liquide hydraulique peuvent servir de catalyseurs pour accélérer le processus de dégradation. Contrairement à la contamination solide ou à l'eau, qui peuvent être éliminées de façon mécanique, la dégradation du liquide est habituellement irréversible. Le liquide doit être remplacé lorsque les limites permises, mentionnées ci-dessous ou dans la documentation technique des systèmes individuels, ont été atteintes.

Viscosité

5. La viscosité d'un liquide décrit sa résistance à couler lorsqu'il est soumis à une force externe et définit ses caractéristiques de lubrification. La viscosité change selon la température et la pression, et les concepteurs de systèmes tiennent compte de ce fait. Lorsque la viscosité diminue, la transmission de puissance est réduite, il y a trop de glissement au niveau des pompes et des moteurs, et les fuites le long des joints et des tiroirs de soupape augmentent. Lorsque la viscosité augmente, la cavitation est plus probable, le fonctionnement du système se détériore, et les débits et la durée de vie des pompes diminuent.

6. La viscosité des liquides hydrauliques est mesurée selon la méthode décrite dans la norme ASTM D445 et la figure 3-4-1 énumère les viscosités de liquides nouveaux permises provenant de l'ITFC C-82-007-001/AF-00 portant sur les produits pétroliers et produits connexes.

7. Il est rare d'avoir des changements importants de viscosité, mais parfois le cisaillement mécanique ou l'oxydation peut causer de petites variations. Lorsqu'une grande augmentation ou diminution de la viscosité est notée, l'ajout de liquide de mauvaise catégorie peut en être la raison.

Fluid Liquide	NATO Code Number Code OTAN	Minimum (mm ² /s) at 40°C Minimale (mm ² /s) à 40 °C	Maximum (mm ² /s) at 40°C Maximale (mm ² /s) à 40 °C
3-GP-36 Mb Grade 22 3-GP-36 Mb catégorie 22		19.8	24.2
3-GP-36 Mb Grade 32 3-GP-36 Mb catégorie 32	H-576	28.8	35.2
3-GP-36 Mb Grade 68 3-GP-36 Mb catégorie 68		61.2	74.8
MIL-F-17111B (OS)	H-575(+)	25.0	–
MIL-L-17331H		74.0	97.0
MIL-H-5606F	H-515(+)	13.2	–
MIL-H-83282C	H-537	14.0	–

Figure 3-4-1 New Hydraulic Fluid Viscosity Specifications
Figure 3-4-1 Viscosités des nouveaux liquides hydrauliques

8. Specific hydraulic fluid viscosity change-out values are included in Figure 3-4-2. Only minimum allowable viscosities have been assigned and these have been set at 10% below the minimum new fluid level. Viscosities higher than the maximum new fluid values are permitted but operators or maintainers should notify a system's Life Cycle Maintenance Manager (LCMM) or the OCCAP desk if operational difficulties are observed.

8. Les valeurs limites de viscosité des liquides hydrauliques en service se trouvent à la figure 3-4-2. Seulement les limites inférieures permises ont été assignées; elles ont été établies comme étant 10 pour 100 des valeurs minimales des nouveaux liquides. Les viscosités plus grandes que les limites supérieures des nouveaux liquides sont permises sauf que l'utilisateur ou le personnel de maintenance doit en aviser le gestionnaire du cycle de vie du matériel ou le responsable du programme d'analyse des huiles si le fonctionnement du système est affecté.

Acid Number

9. The Acid Number (AN) is used as an indicator of a hydraulic fluid's serviceability and measures the quantity of acid or acid-like constituents within a fluid. Analysis of AN results is used to monitor acidic material production within a system and the degree of ageing and oxidation of the system's fluid. Increases in acidity are promoted by operation at higher than normal temperatures, by the presence of particulate and fluid contamination, and by contact with air. Hydraulic fluids usually contain anti-oxidation additives to counteract oxidation and acid production. Normally, a slowly decreasing AN, indicating anti-oxidant depletion, is not a concern. Increasing AN indicates complete anti-oxidant additive depletion and should be monitored since the rate of change can rapidly increase. AN is determined using the method outlined in ASTM Standard D974 and the units of measure are milligrams Potassium Hydroxide/gram (mg KOH/g).

Indice d'acide

9. L'indice d'acide (IA) indique l'état d'un liquide hydraulique et correspond à la quantité d'acide ou de composés acides qui s'y trouve. L'analyse d'IA sert à contrôler la production de matières acides dans un système et le degré de vieillissement et d'oxydation du liquide. Une augmentation de l'acidité est reliée aux facteurs suivants : utilisation à des températures trop élevées, présence de contaminants particuliers et liquides, et le contact avec l'air. Les liquides hydrauliques contiennent habituellement des additifs antioxydants pour remédier à l'oxydation et à la production d'acides. Habituellement, un IA qui diminue graduellement, indiquant la déplétion des antioxydants, ne mérite pas une attention particulière. Un IA qui augmente signifie une déplétion complète des additifs antioxydants et doit être surveillé puisque le taux de changement peut augmenter rapidement. L'IA est déterminé en utilisant la méthode de la norme ASTM D974; l'unité de mesure est le milligramme d'hydroxyde de potassium par gramme (mg KOH/g).

10. The hydraulic fluids used on CF ships have initial AN's between 0.2 and 0.5 and when analysis results indicate a rise of 0.75, then the system should be monitored more closely and when the values increase by 1.0, the fluid should be changed. Specific hydraulic fluid change-out values are included in Figure 3-4-2.

10. Initialement, les liquides hydrauliques utilisés sur les navires des FC ont des valeurs se situant entre 0.2 et 0.5. Lorsque l'analyse indique une augmentation de 0.75, le système doit être surveillé plus attentivement et si la valeur augmente de 1.0, le liquide doit être remplacé. Les valeurs limites des liquides en service se trouvent à la figure 3-4-2.

Property Caractéristique	Fluid Type Type de liquide				Test Procedure Méthode d'essai
	3-GP-36Mb	MIL-F-17111B	MIL-L-17331H	MIL-H-83282C	
Particulate - Max Particules – max.	System dependent - refer to Section 3 Selon le système - se référer à la section 3				
Viscosity - Min. mm ² /s at 40°C Viscosité - min. mm ² /s à 40 °C	18 (ISO VG 22) 26 (ISO VG 32) 55 (ISO VG 68)	23	70	9	ASTM D445
Water Content - Max. % Teneur en eau - max. %	0.05	0.05	0.05	0.05	ASTM D1744
Acid Number – Max. mg KOH/g Indice d'acide – max. mg KOH/g	1.5	1.3	1.3	1.2	ASTM D664

Figure 3-4-2 Allowable Use Limits for Hydraulic Limits

Figure 3-4-2 Limites permises pour les liquides hydrauliques

Elemental Analysis

11. Elemental analysis is used to evaluate, quantify and compare changes in the levels of wear metals, additive elements and contaminant elements. Comparing the results of a current elemental analysis against new fluid and previous results can provide an assessment of fluid condition and degree of degradation. Increases in wear metal concentrations or increases in the rate of increase can indicate potential component failures. Similarly, analysis of additive concentrations can indicate the use of inappropriate fluids if the element profile differs from the norm or can signal that additives are depleted below their effective concentrations. Increases in the concentration of some elements can also indicate increased contamination from exterior sources. Several analytical methods of determining the elemental composition of hydraulic fluids can be used but normally spectrometric analysis is selected. This method is particle size dependent and determines the concentrations of oil-soluble elements that are below 10µm in size. Results give a good indication of fluid condition when assessing component wear or filter performance, but should not be used in isolation.

12. Spectrometric analysis can include up to twenty wear-metal and additive elements. Sixteen of the most commonly measured elements, classified by probable source and use, are listed below in Figure 3-4-3. Maximum or minimum allowable levels have not been specified because of the large elemental variations that exist between the different systems and fluids used. Current elemental analysis results for any hydraulic system should be compared against that system's class and platform historical record. This will allow normal and abnormal trends to be detected and any appropriate corrective actions taken if necessary. For further information the local OCCAP representative should be contacted.

Analyse élémentaire

11. L'analyse élémentaire sert à évaluer, quantifier et comparer les changements de niveaux des métaux usés, des éléments additifs et des éléments contaminants. Une comparaison d'une analyse courante et d'une analyse antérieure d'un nouveau liquide peut servir à évaluer l'état du liquide et le degré de dégradation. Une augmentation de la concentration de métal usé ou une augmentation du taux d'augmentation peut indiquer la défaillance potentielle de composants. Dans le même ordre d'idées, l'analyse des concentrations d'additifs peut indiquer l'utilisation de liquides inappropriés si le profil élémentaire varie de la normale ou que les additifs ne sont pas présents en quantité suffisante. Des augmentations de concentrations de certains éléments peuvent indiquer une contamination de sources externes. Plusieurs méthodes existent pour analyser la composition élémentaire des liquides hydrauliques mais habituellement l'analyse spectrométrique est utilisée. Cette méthode n'est valable que pour des particules d'une certaine taille; elle détermine la concentration d'éléments solubles dans l'huile qui ont une taille inférieure à 10µm. Cette méthode donne une bonne indication de l'état du liquide lors de l'évaluation de l'usure d'un composant ou de la performance d'un filtre, mais ne doit pas être utilisée exclusivement.

12. L'analyse spectrométrique peut comprendre jusqu'à vingt métaux usés et éléments d'additifs. Seize des éléments les plus communs, y compris la source probable et le rôle, se trouvent à la figure 3-4-3. Les niveaux supérieurs et inférieurs permis ne sont pas inclus à cause des grandes variations élémentaires qui existent parmi les différents systèmes et liquides. L'analyse élémentaire courante d'un système doit être comparée avec les analyses antérieures de systèmes comparables. Cela permettra la détection de tendances normales et anormales et la prise de mesures correctives si nécessaire. Pour de plus amples renseignements, joindre le représentant du programme d'analyse des huiles.

Element Élément	Wear Metal Source Source du métal usé	Additive Use Rôle de l'additif	Contaminant Contaminant
Aluminum (Al) Aluminium (Al)	Pumps, Valves Pompes, soupapes		
Barium (Ba) Baryum (Ba)		Detergent, rust inhibitor Détersif, antirouille	
Boron (B) Bore (B)		Detergent, dispersant Détersif, dispersant	
Calcium (Ca) Calcium (Ca)		Acid neutralizer, dispersant Neutralisation de l'acide, dispersant	
Chromium (Cr) Chrome (Cr)	Valve spools, bearings, cylinders Tiroirs de soupape, roulements, cylindres		
Copper (Cu) Cuivre (Cu)	Bushings, cylinders Coussinets, cylindres		
Iron (Fe) Fer (Fe)	Pumps, valves, cylinders Pompes, soupapes, cylindres		Rust Rouille
Lead (Pb) Plomb (Pb)	Bushings Coussinets		
Magnesium (Mg) Magnésium (Mg)		Acid neutralizer, dispersant Neutralisation de l'acide, dispersant	Sea water Eau de mer
Molybdenum (Mo) Molybdène (Mo)		Anti-wear, anti-oxidant Anti-usure, antioxydant	
Nickel (N) Nickel (N)	Valves, tubing Soupapes, tuyauterie		
Phosphorous (P) Phosphore (P)		Anti-wear, fire resistance Anti-usure, résistance au feu	
Silicon (Si) Silicone (Si)		Anti-foaming Anti-mousse	Sand, dust Sable, poussière
Silver (Ag) Argent (Ag)	Bearing cages Cages de roulement		
Sodium (Na) Sodium (Na)			Sea water Eau de mer
Tin (Sn) Étain (Sn)	Bushings, plating Coussinets, placage		
Zinc (Zn) Zinc (Zn)	Bushings, plating Coussinets, placage	Anti-wear, extreme pressure, anti-oxidant Anti-usure, pression extrême, antioxydant	

Figure 3-4-3 List of Typical Elements within Hydraulic Fluid**Figure 3-4-3 Liste des éléments types dans les liquides hydrauliques**

PART 4**SAMPLE COLLECTION AND
ANALYSIS****SECTION 1****GENERAL****SCOPE**

1. This part of the CTFO describes the need for sample collection and provides guidelines for collecting samples. Sample collection equipment is described. Methods of determining the appropriate locations for sampling points within hydraulic systems are detailed, as are typical sample port configurations. Sample collection is fully explained and the appropriate sampling intervals and sample identification are discussed. Finally sample analysis methods and options are discussed.

PARTIE 4**PRÉLÈVEMENT ET ANALYSE DES
ÉCHANTILLONS****SECTION 1****GÉNÉRALITÉS****PORTÉE**

1. La présente partie de l'ITFC décrit le rôle du prélèvement d'échantillons et fournit des lignes directrices sur la méthode à suivre pour effectuer des prélèvements. Les méthodes utilisées pour déterminer les endroits appropriés pour prélever des échantillons sont expliquées, ainsi que des configurations d'orifices types. Le prélèvement des échantillons est expliqué; les intervalles entre prélèvements et l'identification des échantillons sont discutées. Finalement, les méthodes et les options d'analyse des échantillons sont discutées.

SECTION 2**SAMPLE COLLECTION****GENERAL**

1. Collecting hydraulic system samples on a regular basis is part of all planned maintenance procedures and the analysis of these samples shows the general condition of the fluid and quantifies particulate and water contamination levels. Sampling is also required at regular intervals during system flushing routines to monitor the progress of contamination reduction. It is essential that the correct sample collection procedures be followed to ensure that the samples are truly representative. Non-representative samples result in misleading sample analysis and possibly expensive, unnecessary maintenance procedures or longer flushing routines.

2. Sampling procedures vary depending upon the tests specified and the system being sampled. Particulate and water contamination can be monitored in real time by using automatic monitors if systems are equipped with the appropriate interface. Contamination and oil condition can also be determined if bottled samples are collected from operating systems fitted with suitable sample ports. Finally, bottled samples can be drawn from system reservoirs when no other provisions are available.

3. Explicit sample collection instructions cannot be given but adequately trained, experienced, competent, and conscientious personnel should collect quality samples if the guidelines detailed below are followed. The personnel assigned the task of collecting hydraulic system samples must:

- a. follow all sample collection instructions explicitly,
- b. keep the surrounding work clean,
- c. use unused, clean sample bottles,
- d. ensure nothing touches or contaminates the fluid during collection,

SECTION 2**PRÉLÈVEMENT DES ÉCHANTILLONS****GÉNÉRALITÉS**

1. Le prélèvement régulier d'échantillons fait partie intégrante des procédures de maintenance et l'analyse de ces échantillons révèle l'état du liquide et quantifie les niveaux de contaminations particulaires et d'eau. Le prélèvement d'échantillons à des intervalles réguliers est aussi nécessaire durant le rinçage du système pour contrôler le taux de réduction de contamination. Il est essentiel de suivre les bonnes procédures de prélèvement d'échantillons pour s'assurer que les échantillons sont représentatifs. Des échantillons non représentatifs peuvent fausser l'analyse et occasionner des procédures de maintenance dispendieuses et inutiles ou des cycles de rinçage plus longs.

2. Les procédures de prélèvement d'échantillons varient selon les essais spécifiés et le système. Les niveaux de contaminations particulaires et d'eau peuvent être contrôlés en temps réel en utilisant un équipement de contrôle automatique si les systèmes sont munis de l'interface appropriée. Les niveaux de contamination et l'état du liquide peuvent être déterminés en prélevant des échantillons en bouteilles des systèmes munis d'orifices d'échantillonnage. En dernier recours, des échantillons en bouteilles peuvent être prélevés des réservoirs du système.

3. Il n'est pas pratique de donner des instructions détaillées concernant le prélèvement d'échantillons. Il suffit que le personnel formé, expérimenté, compétent et consciencieux suive les lignes directrices ci-dessous. Le personnel doit :

- a. suivre catégoriquement les instructions de prélèvement d'échantillons,
- b. maintenir l'espace environnant propre,
- c. utiliser des bouteilles d'échantillonnage neuves et propres,
- d. s'assurer que rien ne touche ou ne contamine le liquide durant le prélèvement d'échantillons,

- e. tightly cap and seal the sample bottles,
- f. properly label the sample, and
- g. arrange for prompt transport of the sample to the analysis facility.

SAMPLE COLLECTION GUIDELINES

4. Where explicit instructions are given in a system's operating manual then they are to be followed unless otherwise instructed by authorised personnel. Where no specific instructions exist then the following general guidelines are to be used. Additional information can also be found in "The Oil and Coolant Condition Analysis Program", C-03-010-547/MS-001.

5. Whenever possible, sampling should be undertaken on systems that have been operating at normal load, speed, and duty cycle for at least 30 minutes. The systems should be at normal operating temperature. During the sampling procedure, the system should be operating in a steady flow state to minimise surging. When bottled samples cannot be extracted from operating systems then they must be collected immediately after the system shutdown while the temperature of the fluid is within 5°C of the normal operating temperature.

6. Samples shall not be collected by disconnecting lines or fittings, or by draining filter bowls, unless specifically directed by authorised personnel.

- e. serrer le capuchon pour bien sceller les bouteilles d'échantillonnage,
- f. bien étiqueter l'échantillon, et
- g. expédier promptement l'échantillon pour l'analyse.

LIGNES DIRECTRICES CONCERNANT LE PRÉLÈVEMENT DES ÉCHANTILLONS

4. Sauf indication contraire du personnel autorisé, les instructions dans le manuel de l'utilisateur doivent être suivies. Lorsqu'il n'y a aucune instruction, il faut suivre les lignes directrices suivantes. De l'information supplémentaire se trouve dans l'ITFC C-03-010-547/MS-001, Programme d'analyse des huiles et des agents de refroidissement.

5. Si possible, le prélèvement des échantillons doit être effectué lorsque les systèmes fonctionnent depuis au moins 30 minutes avec une charge normale, à vitesse et température normales et selon le cycle d'utilisation habituel. Durant la procédure de prélèvement d'échantillons, le système doit être en régime de débit stable pour minimiser les surpressions. Lorsque le prélèvement d'échantillons dans les bouteilles ne peut pas être effectué sur un système en service, le prélèvement doit être effectué immédiatement après l'arrêt du système, alors que la température du liquide se trouve à 5 °C de la température de fonctionnement habituelle.

6. Sauf indication contraire du personnel autorisé, les échantillons ne doivent pas être prélevés en débranchant des conduites ou des raccords, ou en drainant les cuves de filtre.

COLLECTING BOTTLED SAMPLES

7. It is important that the nearest OCCAP desk be contacted prior to collecting system samples. The OCCAP desk will indicate the sample volume to be collected because sample volume requirements vary depending upon the facility conducting the analysis and the number and types of tests required. Those tasked with collecting the sample must ensure that a sufficient number of bottles (including some spares) are available because the required sample volume must be collected in one session to ensure sample uniformity. A clean, wide mouthed can or pail with a capacity of at least 4L should be available for waste fluid collection. The sample port, if fitted, and the area around the sample collection point must be cleaned. Clean lint free clothes shall be used, preferably Kim Wipes (NSN 7920-21-865-5259), in conjunction with cleaning solvent P-D-680A Amd 3 Type II (NSN 6850-00-281-1985) dispensed from a wash bottle. Sample bottles are to be kept closed until immediately before collecting the sample. When sample bottle caps are removed, they must not be set down on a dirty surface or in an area where airborne contaminants can settle. Sample bottles should be filled to between 70 and 80% of their capacity. This allows the contents to be thoroughly mixed prior to analysis. Sample bottles must be securely capped immediately after the sample is collected.

NOTE

The use of dry cleaning solvent P-D-680A Amd 3 Type II (NSN 6850-00-281-1985) is permitted but future environmental regulations may disallow the use of this product. Guidance on substitutes should be requested from the appropriate NDHQ Directorate or Dockyard Laboratory.

SAMPLE CONTAINERS

8. Samples are to be collected in the clean, unused, 125 mL, wide necked, screw cap, polyethylene bottles (NSN 6640-00-135-2994) available through the OCCAP program. Users should note that the 125 mL capacity is measured to the bottom of the bottle's shoulder.

PRÉLÈVEMENT DES ÉCHANTILLONS EN BOUTEILLE

7. Avant de commencer le prélèvement des échantillons, il est important de consulter le personnel du programme d'analyse des huiles pour connaître le volume d'échantillons nécessaire; le volume varie selon l'installation d'analyse et le nombre et le type d'essais. Le personnel responsable doit s'assurer qu'il y a suffisamment de bouteilles (y compris des bouteilles de rechange); les échantillons doivent être prélevés en une seule session pour assurer l'uniformité des prélèvements. Un récipient propre, tel qu'une grosse boîte ou un seau, d'une capacité de 4 L est nécessaire pour le résidu liquide. L'orifice d'échantillonnage, le cas échéant, et la surface autour du point d'échantillonnage doivent être nettoyés. Il faut utiliser des linges sans charpie, préférablement les chiffons Kim Wipes (NNO 7920-21-865-5259), et un solvant de détachage P-D-680A rév. 3 Type II (NNO 6850-00-281-1985) dans une pissette. Les bouteilles d'échantillonnage doivent être fermées jusqu'au moment de l'échantillonnage. Lorsque les capuchons des bouteilles sont enlevés, il ne faut pas les déposer sur une surface sale ou à un endroit où il y a des contaminants en suspension dans l'air. Il faut remplir les bouteilles à 70 à 80 pour 100 de leur capacité; cela permet de bien mélanger le liquide avant l'analyse. Les bouchons des bouteilles doivent être bien sécurisés immédiatement après le prélèvement des échantillons.

NOTA

L'utilisation du produit de nettoyage à sec P-D-680A rév. 3 Type II (NNO 6850-00-281-1985) est présentement permise; des réglementations environnementales futures interdiront possiblement son utilisation. Les noms de produits équivalents peuvent être obtenus du QGDN ou du laboratoire du chantier naval.

RÉCIPIENTS POUR L'ÉCHANTILLONNAGE

8. Les échantillons doivent être prélevés dans des bouteilles propres, non utilisées, en polyéthylène, de 125 mL, à goulot large, avec un capuchon à vis (NNO 6640-00-135-2994) disponibles auprès du personnel du programme d'analyse des huiles et des agents de refroidissement. La bouteille contient 125 mL lorsque le niveau du liquide a atteint le bas de son épaulement.

9. In an emergency, if no standard sample bottles are available then, any similar sized reusable bottle can be used provided it is cleaned or flushed. Non-standard bottles and their caps are to be washed using detergent and water, rinsed with distilled water and allowed to dry naturally.

SAMPLING PUMP

10. When bottled samples must be collected manually then a suction pump and flexible translucent polyethylene tubing must be used. The suction pump and tubing that form part of the oil sampling kit (NSN 4320-01-058-7587) are suitable for this purpose. However, caution is necessary when using this suction pump to extract a sample. A slow rhythmic pumping action is sufficient to create the required vacuum. A high pump stroke rate is to be avoided because the excess vacuum created will collapse the sample bottle. To extract a sample, secure to pump to the sample bottle, submerge the free end of the flexible tubing in the fluid to be sampled and slowly stroke the pump several times. Fluid should be seen to slowly rise in the translucent tubing. If this does not occur then a proper pump/bottle seal may not have formed and should be checked. Once fluid flow has started the operator need only stroke the pump once or twice as flow rate decreases. The sample taker should also be aware that fluid temperature and viscosity affect sample collection rate and a sample of cold viscous fluid would take longer to collect than a warm less viscous fluid.

SAMPLING POINTS

11. A program to add or update sample collection procedures and equipment has been implemented that will see the installation of permanent sampling ports on all suitable hydraulic systems. However, because program implementation will be gradual and hydraulic system configurations vary, explicit sample collection instructions cannot be given but the methods outlined below will describe the majority of sampling situations. In general, the hydraulic systems will be equipped so that fluid samples can be collected from more than one location. Sample ports will also serve as pressure test points and their locations will be selected to provide information on the systems overall condition or more specific information on filter performance or component condition.

9. En cas d'urgence, si aucune bouteille d'échantillonnage standard n'est disponible, une bouteille réutilisable de taille semblable peut être utilisée si elle est nettoyée ou rincée. Les bouteilles non standard et leurs capuchons doivent être lavés en utilisant du détergent et de l'eau, rincés avec de l'eau distillée et séchés naturellement.

POMPE D'ÉCHANTILLONNAGE

10. Lorsque l'échantillonnage doit être effectué manuellement, une pompe suceuse et une tuyauterie souple en polyéthylène translucide doivent être utilisés. La pompe suceuse et la tuyauterie qui se trouvent dans le kit d'échantillonnage d'huile (NNO 4320-01-058-7587) sont convenables. Une attention particulière est nécessaire lorsque la pompe suceuse est utilisée pour extraire un échantillon. Une action de pompage continue et lente est suffisante pour produire le vide nécessaire. Un pompage rapide doit être évité puisque la bouteille s'écrasera. Pour extraire un échantillon, fixer la pompe à la bouteille d'échantillonnage, immerger le bout libre du tuyau souple dans le liquide et actionner la pompe plusieurs fois. Le liquide devrait monter lentement dans le tuyau translucide. Si ce n'est pas le cas, il faut vérifier l'étanchéité entre la pompe et la bouteille. Une fois le débit présent, l'utilisateur n'a qu'à actionner la pompe une ou deux fois si le débit diminue. Il faut être conscient que la température et la viscosité affectent la vitesse du prélèvement; un échantillon de liquide visqueux et froid prend plus de temps à prélever qu'un échantillon de liquide tiède et moins visqueux.

POINTS D'ÉCHANTILLONNAGE

11. Un programme pour augmenter ou mettre à jour les procédures de prélèvements des échantillons et de l'équipement a été mis en application et comprend l'installation d'orifices d'échantillonnage fixés en permanence sur les systèmes hydrauliques. Toutefois, puisque la mise en application sera graduelle et que les configurations de systèmes varient, des instructions de prélèvement d'échantillons précises ne peuvent être fournies; les méthodes mentionnées ci-dessous couvrent la plupart des situations. Généralement, les systèmes hydrauliques sont équipés de façon à permettre le prélèvement d'échantillons à plusieurs endroits. Les orifices d'échantillonnage peuvent aussi servir aux épreuves de pression; leurs emplacements seront choisis pour fournir de l'information sur l'état du système dans l'ensemble ou de l'information précise sur la performance du filtre ou l'état d'un composant.

LOCATION OF SAMPLE PORTS

12. The general requirements for selecting sample port locations are discussed below. Specific details about any system's sample port locations will be found in that system's operating or maintenance manuals and those documents should be referred to prior to collecting samples

13. Sample ports can be installed at any of the following pressure and return line locations:

- a. downstream of pump outlet but before the high pressure filter where trending of results will indicate pump condition;
- b. downstream of the high pressure filter where trending of results will highlight changes in filter efficiency;
- c. upstream of any contamination sensitive component where results will demonstrate that the component is being protected; and
- d. in the return line as close to the reservoir as possible, but upstream of return line filter where results will demonstrate the overall condition of the system.

14. To ensure bottled samples are representative they should be collected from zones within the system piping where turbulent flow conditions occur. Turbulent flow conditions occur in straight lengths of pipe when the Reynolds number (R_e) exceeds 2300 and can be assured when R_e exceeds 4000. For the purpose of bottled sample port placement Reynolds Number can be calculated using the following formula:

$$R_e = \frac{dv}{1000\nu}$$

where:

R_e = Reynolds Number

d = Internal diameter of pipe, mm

v = Mean velocity of flow, m/s

ν = Kinematic viscosity, m^2/s

EMPLACEMENT DES ORIFICES D'ÉCHANTILLONNAGE

12. Les critères de sélection des emplacements des orifices d'échantillonnage sont mentionnés ci-dessous. Les détails concernant l'emplacement des orifices d'échantillonnage d'un système particulier se trouvent dans les manuels d'utilisation et de maintenance; il faut consulter ces documents avant le prélèvement des échantillons.

13. Les orifices d'échantillonnage peuvent être installés dans les conduites de refoulement et de retour aux emplacements suivants :

- a. en aval de la sortie de pompe mais avant le filtre haute pression – les résultats indiqueront l'état de la pompe;
- b. en aval du filtre haute pression – les résultats indiqueront les changements d'efficacité de la pompe;
- c. en amont d'un composant sensible à la contamination – les résultats indiqueront la protection accordée au composant; et
- d. dans la conduite de retour, aussi proche du réservoir que possible, mais en amont du filtre de conduite de retour – les résultats indiqueront l'état du système dans l'ensemble.

14. Pour s'assurer que les échantillons en bouteille sont représentatifs, le prélèvement des échantillons doit être effectué là où il existe de la turbulence. Les conditions de courant turbulent peuvent avoir lieu dans les sections de tuyau droites où le numéro de Reynolds (R_e) dépasse 2300 et sont assurées lorsque le R_e dépasse 4000. Pour choisir l'emplacement des orifices d'échantillonnage, le numéro de Reynolds est calculé en utilisant la formule suivante :

$$R_e = \frac{dv}{1000\nu}$$

où :

R_e = numéro de Reynolds

d = diamètre intérieur du tuyau, mm

v = vitesse moyenne du courant, m/s

ν = viscosité cinématique, m^2/s

15. For additional information on the kinematic viscosity of hydraulic fluids used on board CF platforms refer to the "Reference Book on Petroleum and Associated Products", CFTO C-82-007-001/AF-000.

16. Figure 4-2-1 plots the relationship of pipe inside diameter, flow rate and temperature necessary to assure turbulent flow conditions (Reynolds Number = 4000) for the hydraulic fluids used on board CF ships.

17. The preferred locations for bottled sample ports are in vertical runs of piping where the flow direction is upward where turbulent flow conditions occur. If the sample port is installed in horizontal piping then its tubing connection must be located on the upper surface of that piping. In all cases, the internal extraction point of the sample port tubing should penetrate the boundary layer of the sampled fluid.

18. When automatic optical in-line particle counters are used to measure contamination then the manufacturers guidelines for sample port placement must be followed but generally the sample ports must be located clear of bends, elbows, fittings, or valves. This is a requirement because turbulence generated at these points can create air bubbles within the system fluid and these will be detected by the monitors' sensor.

19. Sample ports should not be installed in locations, such as dead ends, tank drains, or system low points, where sediment or water can collect.

15. Pour obtenir de l'information supplémentaire sur la viscosité cinématique des liquides hydrauliques utilisés à bord des navires des FC, se référer à l'ITFC C-82-007-001/AF-00 portant sur les produits pétroliers et les produits connexes.

16. La figure 4-2-1 illustre les conditions nécessaires pour assurer des conditions de turbulence (numéro de Reynolds = 4000) pour les liquides hydrauliques utilisés à bord des navires des FC et indique le rapport entre le diamètre intérieur du tuyau, le débit et la température.

17. L'emplacement favori pour les orifices d'échantillonnage en bouteille est une section de tuyauterie verticale où le courant se dirige vers le haut et où il existe de la turbulence. Si l'orifice d'échantillonnage est installé dans une section de tuyauterie horizontale, le raccordement doit être effectué sur la surface supérieure de la tuyauterie. Dans tous les cas, le point d'extraction interne de la tuyauterie de l'orifice d'échantillonnage doit pénétrer la couche limite du liquide échantillonné.

18. Lorsque des compteurs de particules optiques continus sont utilisés pour mesurer la contamination, les lignes directrices du fabricant concernant l'emplacement de l'orifice d'échantillonnage doivent être suivies. Généralement, les orifices d'échantillonnage sont installés loin des sections courbes, des coudes, des raccords et des soupapes. Cela est nécessaire afin d'éviter que les bulles d'air créées par la turbulence affectent le fonctionnement de la sonde du compteur.

19. Les orifices d'échantillonnage ne doivent pas être installés dans des emplacements tels que des bouts de conduite, des drains de réservoir ou des points bas du système, où les sédiments ou l'eau peuvent s'accumuler.

SAMPLE PORT CONFIGURATION

20. Sample port configurations vary but generally consist of test couplings and the sampling assembly. The connection between the test coupling and sampling assembly does not require tools and a finger tight connection provides a leak free seal in pressurised systems. The test couplings are installed at strategic locations throughout the piping of the hydraulic systems. The sampling assembly, connected to the test coupling when samples are to be drawn, consists of the following:

- a. a flexible, small bore, high pressure test hose with end connectors to suit the test coupling and ball valve,
- b. a high quality, stainless steel, full-bore ball valve, and
- c. stainless steel small bore tubing.

CONFIGURATION DE L'ORIFICE D'ÉCHANTILLONNAGE

20. La configuration des orifices d'échantillonnage varie mais comprend habituellement des raccords d'épreuve et l'ensemble d'échantillonnage. Le raccordement du raccord d'épreuve et de l'ensemble d'échantillonnage n'exige aucun outil; serrer à la main suffit pour assurer l'étanchéité dans un système sous pression. Les raccords d'épreuve sont installés à des emplacements stratégiques au travers de la tuyauterie du système. L'ensemble d'échantillonnage, raccordé au raccord d'épreuve lorsqu'un échantillon est prélevé, comprend les pièces suivantes :

- a. un boyau d'essai souple, haute pression, de faible alésage muni de raccords d'extrémité compatibles avec le raccord d'épreuve et la soupape à bille,
- b. une soupape à bille à passage intégral de haute qualité, en acier inoxydable, et
- c. la tuyauterie de faible alésage en acier inoxydable.

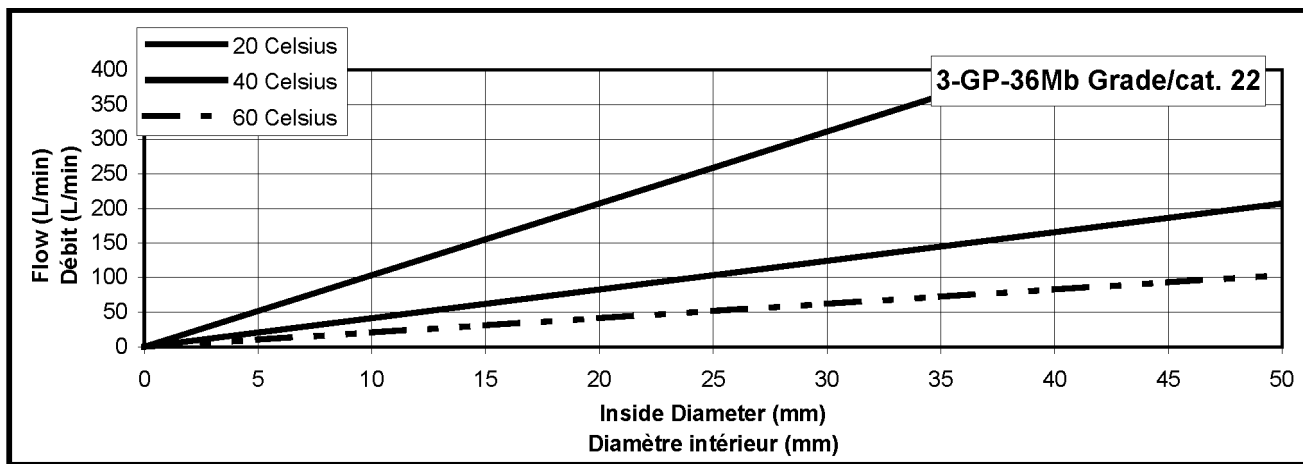


Figure 4-2-1(a) Flow Rate, Temperature and Pipe Bore Relationship (Reynolds Number = 4000) for 3-GP-36Mb Grade 22

Figure 4-2-1(a) Rapport entre le débit, la température et le diamètre intérieur de tuyau pour le liquide conforme à la norme 3-GP-36Mb catégorie 22 (numéro de Reynolds = 4000)

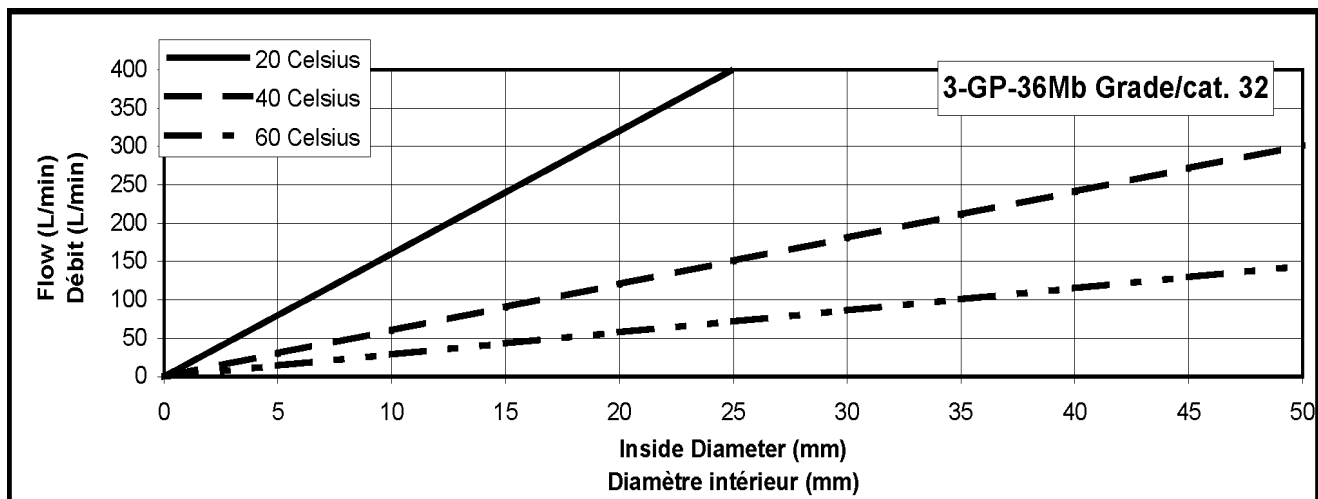


Figure 4-2-1(b) Flow Rate, Temperature and Pipe Bore Relationship (Reynolds Number = 4000) for 3-GP-36Mb Grade 32

Figure 4-2-1(b) Rapport entre le débit, la température et le diamètre intérieur de tuyau pour le liquide conforme à la norme 3-GP-36Mb catégorie 32 (numéro de Reynolds = 4000)

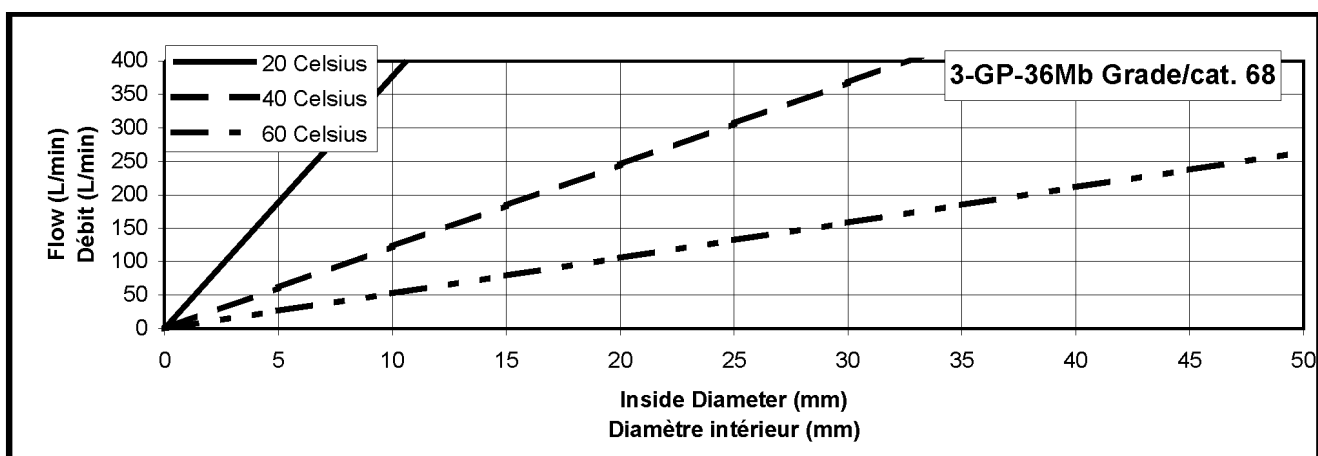


Figure 4-2-1(c) Flow Rate, Temperature and Pipe Bore Relationship (Reynolds Number = 4000) for 3-GP-36Mb Grade 68

Figure 4-2-1(c) Rapport entre le débit, la température et le diamètre intérieur de tuyau pour le liquide conforme à la norme 3-GP-36Mb catégorie 68 (numéro de Reynolds = 4000)

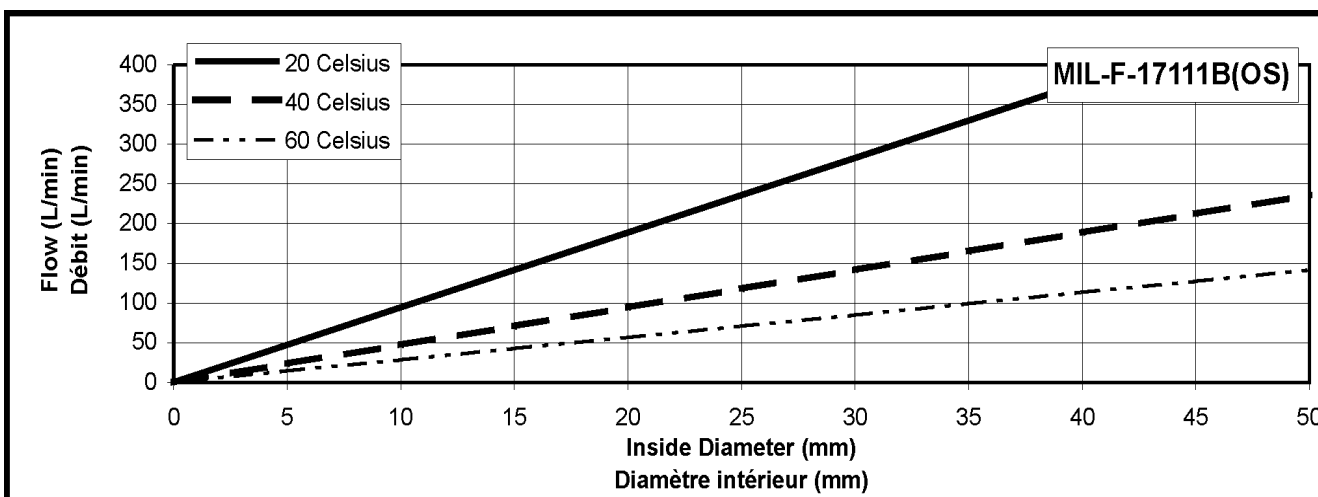


Figure 4-2-1(d) Flow Rate, Temperature and Pipe Bore Relationship (Reynolds Number = 4000) for MIL-F-17111B(OS)

Figure 4-2-1(d) Rapport entre le débit, la température et le diamètre intérieur de tuyau pour le liquide conforme à la norme MIL-F-17111B (OS) (numéro de Reynolds = 4000)

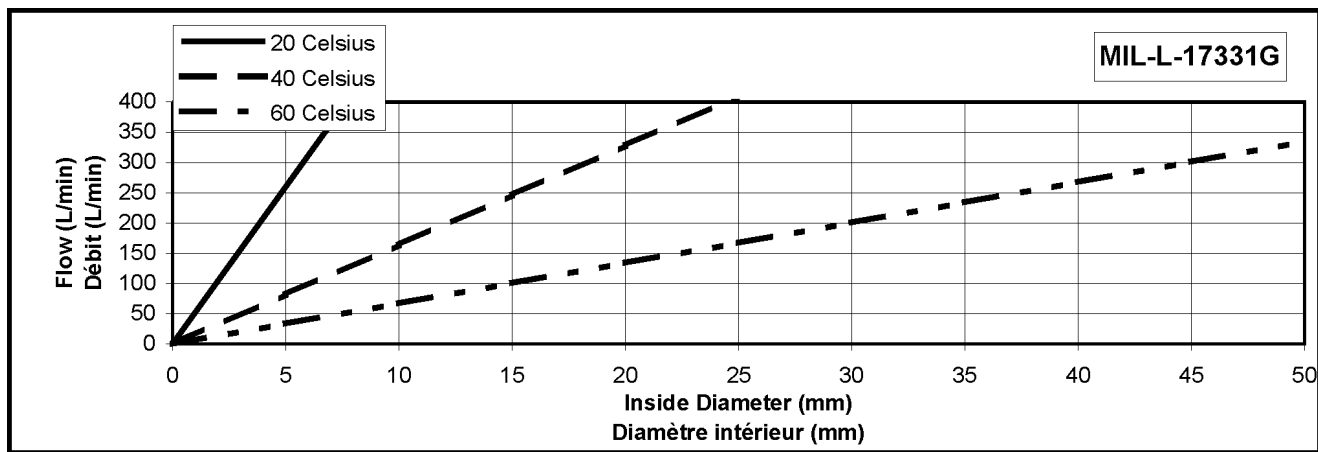


Figure 4-2-1(e) Flow Rate, Temperature and Pipe Bore relationship (Reynolds Number = 4000) for MIL- L-17331G

Figure 4-2-1(e) Rapport entre le débit, la température et le diamètre intérieur de tuyau pour le liquide conforme à la norme MIL-L-17331G (numéro de Reynolds = 4000)

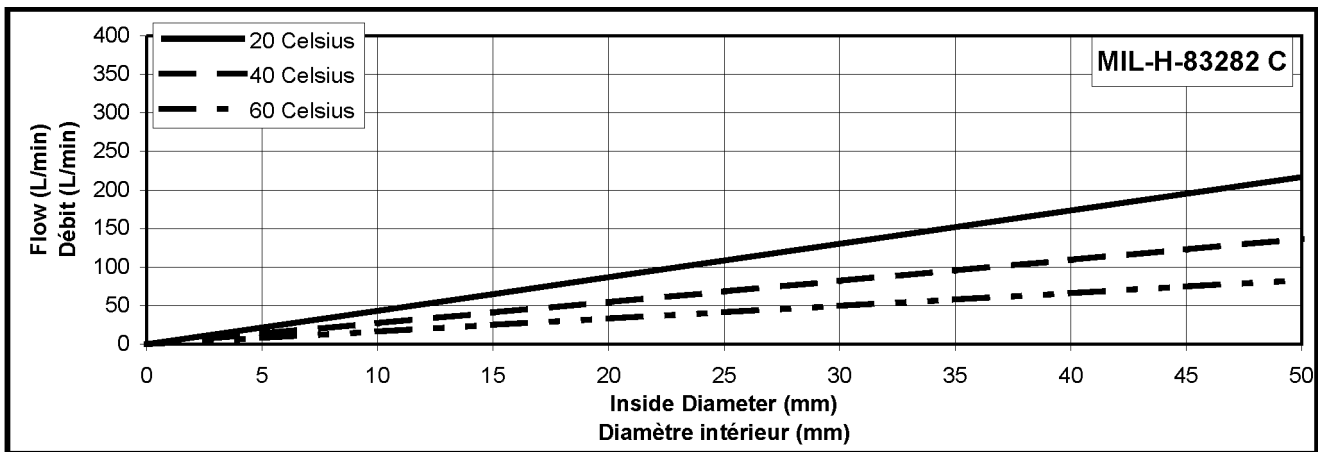


Figure 4-2-1(f) Flow Rate, Temperature and Pipe Bore relationship (Reynolds Number = 4000) for MIL-H-83282C

Figure 4-2-1(f) Rapport entre le débit, la température et le diamètre intérieur de tuyau pour le liquide conforme à la norme MIL-H-83282C (numéro de Reynolds = 4000)

SAMPLING FROM FLUID LINES

21. Sampling from high-pressure fluid lines is potentially dangerous and should only be performed by well trained, experienced personnel.

WARNING

If the sample fluid stream from high-pressure systems penetrates the skin damage can appear insignificant but there may be extensive damage to underlying tissue. Relatively large volumes of fluid may have entered through the small puncture hole. Immediate medical attention must be sought and the medical staff must be informed of the cause of the injury.

22. Samples drawn from a hydraulic system's pressure and return lines are most representative of system conditions. However, great care must be exercised when extracting the samples because there is a risk of injury if procedures are not followed. Improper sampling procedures can also introduce contamination into the samples.

23. Before extracting a fluid line sample, the following materials must be available:

- a. sampling assembly,
- b. lint free wipes (NSN 7920-21-865-5259),
- c. dispenser (NSN 8125-01-238-1382) with filter holder (NSN 6640-00-476-0682),
- d. filters (NSN 6640-00-152-1460),
- e. filtered solvent (NSN 6850-00-281-1985),
- f. clean sample bottles including spares (NSN 6640-00-135-2994), and
- g. waste container.

ÉCHANTILLONNAGE PRÉLEVÉ DES CONDUITES DE LIQUIDE

21. Le prélèvement d'échantillons à partir des conduites de liquide haute pression est potentiellement dangereux et ne doit être effectué que par du personnel formé et expérimenté.

AVERTISSEMENT

Si le liquide d'échantillonnage provenant de systèmes haute pression pénètre dans la peau, la blessure peut sembler insignifiante mais il peut y avoir du dommage au tissu sous-jacent. Un relativement grand volume de liquide a peut-être pénétré au travers du petit orifice. Consulter un médecin immédiatement et lui expliquer la cause de la blessure.

22. Des échantillons prélevés des conduites de refoulement et de retour sont les plus représentatifs de l'état d'un système hydraulique. Toutefois, il faut effectuer le prélèvement des échantillons en portant une attention particulière puisqu'il existe un risque de blessures si les procédures ne sont pas suivies. Des procédures incorrectes peuvent causer la contamination des échantillons.

23. Avant de prélever un échantillon, il faut avoir les matériaux suivants :

- a. ensemble d'échantillonnage,
- b. chiffons sans charpie (NNO 7920-21-865-5259),
- c. éjecteur (NNO 8125-01-238-1382) et support de filtre (NNO 6640-00-476-0682),
- d. filtres (NNO 6640-00-152-1460),
- e. solvant filtré (NNO 6850-00-281-1985),
- f. bouteilles d'échantillonnage propres y compris des bouteilles de rechange (NNO 6640-00-135-2994), et
- g. récipient de déchets.

24. The following general sampling procedure forms part of ISO 4021 Standard – “Hydraulic Fluid Power - Particulate Contamination Extraction of fluid samples from lines of an operating system” and should be used as guidance when collecting samples from fluid lines.

- a. Ensure that the system has been operating for at least 30 minutes and has reached normal operating temperature.
- b. Thoroughly clean the external surfaces of the sampler port and the sampling assembly using the wipes and filtered solvent. The filtered solvent is dispensed from a dispenser equipped with a 5 µm filter.
- c. Remove the dust caps from the sampling port test coupling and sampling assembly then clean the newly exposed surfaces.
- d. Connect the sampling assembly to the sampling port test coupling until finger tight.
- e. Uncap a sample bottle and store cap in a location where it cannot be contaminated by surface and airborne dirt.
- f. Fully open the sampling valve and allow 500 mL of fluid to flush through the sampler into the waste container. Do not close the valve.
- g. To avoid introducing contamination to the sample personnel must not adjust the sampler valve, must hold the sampling assembly steady, and must not touch the sample bottle to the sampling assembly tubing during sample collection. Personnel must ensure exposed skin is kept clear of the sample stream. Position the sample bottle under the flowing fluid and fill to approximately 80% capacity.
- h. Remove the sample bottle from the sample stream, replace the cap immediately and then close the valve.

24. Les procédures d'échantillonnage sont extraites du standard ISO 4021 concernant le prélèvement d'échantillons de liquide d'un système en service, et doivent être utilisées comme guide.

- a. s'assurer que le système est en service depuis au moins 30 minutes et que la température normale de fonctionnement a été atteinte.
- b. bien nettoyer les surfaces externes de l'orifice et de l'ensemble d'échantillonnage en utilisant les chiffons sans charpie et le solvant filtré. Un éjecteur muni d'un filtre de 5 µm sert à appliquer le solvant filtré.
- c. enlever le capuchon du raccord d'épreuve de l'orifice et de l'ensemble d'échantillonnage et nettoyer les surfaces nouvellement exposées.
- d. raccorder l'ensemble d'échantillonnage au raccord d'épreuve de l'orifice d'échantillonnage en serrant manuellement.
- e. ouvrir une bouteille d'échantillonnage et placer le capuchon à un endroit où il ne sera pas contaminé par la surface ou la poussière en suspension dans l'air.
- f. ouvrir complètement la soupape d'échantillonnage et laisser 500 mL couler dans le récipient de déchets. Ne pas fermer la soupape.
- g. pour éviter de contaminer l'échantillon, le personnel ne doit pas régler la soupape d'échantillonnage et il doit tenir solidement l'ensemble d'échantillonnage; il ne faut pas laisser la bouteille toucher à la tuyauterie de l'ensemble d'échantillonnage durant le prélèvement d'échantillon. Le personnel doit s'assurer de ne pas laisser la peau exposée entrer en contact avec l'échantillon. Placer la bouteille sous le courant de liquide hydraulique et la remplir jusqu'à 80 pour 100 de sa capacité.
- h. retirer la bouteille du courant de liquide hydraulique, remplacer le bouchon immédiatement et fermer ensuite la soupape.

- i. Remove the sampling assembly from the sample port test coupling, flush residual fluid from the sampler using solvent, wipe down exterior surfaces and replace dust cap.
- j. Replace sampler port dust cap.

SAMPLING FROM RESERVOIRS

25. Great care must be exercised when extracting samples from a hydraulic system's reservoir. Reservoirs are designed to collect system contaminants and have internal baffles that control fluid flow and minimise turbulence and fluid mixing; the very properties required for representative sampling. However, the analysis of properly taken samples will enable the system's condition to be assessed. Before extracting a sample from a reservoir, the following materials and equipment must be available:

- a. sample pump (NSN 4320-01-058-7587),
- b. flexible translucent polyethylene tubing - 0.25" O.D x 0.188" I.D. (NSN 9330-01-085-6586),
- c. stainless steel tubing - 0.25" O.D. x 0.18" I.D.,
- d. stainless steel union, compression fitting style, to suit 0.25" O.D. tubing,
- e. lint free wipes (NSN 7920-21-865-5259),
- f. suitable volume of filtered solvent (NSN 6850-00-281-1985),
- g. minimum of two clean sample bottles, designated bottle A and B (NSN 6640-00-135-2994), and
- h. waste container

- i. retirer l'ensemble d'échantillonnage du raccord d'épreuve de l'orifice d'échantillonnage, rincer le reste du liquide sur la soupape en utilisant du solvant, essuyer les surfaces extérieures et remplacer le capuchon protecteur.
- j. remplacer le capuchon protecteur de l'orifice d'échantillonnage.

ÉCHANTILLONNAGE PRÉLEVÉ DES RÉSERVOIRS

25. Le prélèvement d'échantillons dans le réservoir du système hydraulique doit être effectué de façon soignée. Les réservoirs sont conçus pour accumuler les contaminants et possèdent des déflecteurs internes qui contrôlent le débit et minimisent la turbulence et le mélange de liquide – les conditions particulières requises pour avoir un échantillonnage représentatif. Toutefois, l'analyse d'échantillons bien prélevés permettra l'évaluation juste de l'état du système. Avant de prélever un échantillon du réservoir, il faut avoir les matériaux et l'équipement suivants :

- a. pompe d'échantillonnage (NNO 4320-01-058-7587),
- b. tuyauterie souple, translucide, en polyéthylène - 0.25 po dia. ext. x 0.188 po dia. int. (NNO 9330-01-085-6586),
- c. tuyauterie en acier inoxydable - 0.25 po dia. ext. x 0.188 po dia. int.,
- d. union en acier inoxydable, raccord à compression, pour tuyauterie de 0.25 po dia. ext.,
- e. chiffons sans charpie (NNO 7920-21-865-5259),
- f. quantité suffisante de solvant filtré (NNO 6850-00-281-1985),
- g. au moins deux bouteilles d'échantillonnage propres, désignées A et B (NNO 6640-00-135-2994), et
- h. récipient de déchets.

26. The following sampling procedure should be used to collect reservoir samples.

- a. The sample is to be extracted from an area of the reservoir where the fluid is in motion but well clear of sidewalls, baffles, or pump inlet strainers.
- b. Access to the fluid shall be by the means least likely to introduce contamination. Suitable sites are breather ports, dipstick ports, or filler ports. The chosen site must be wiped clean before the sample tube is inserted, especially if some disassembly is required.
- c. Visually determine mid-depth of the reservoir fluid and mark the stainless steel portion of the sampler tube so that it can be inserted to that depth.
- d. Assemble the sampler tube by connecting the polyethylene and stainless steel tubing using the stainless steel union.
- e. Assemble the sample pump, sampler tubing, and Bottle A; then draw 125 mL of filtered solvent through the sampler.
- f. Remove the Bottle A and discard the solvent into the waste container. Reattach Bottle A and clean the outer surface of the stainless steel tubing with a solvent soaked wipe.
- g. Insert the sampler tube into the reservoir to the marked depth and draw 125 mL of hydraulic fluid into the sample bottle.
- h. Remove Bottle A without removing the sampler from the reservoir and immediately install Bottle B, ensuring bottle cap is not contaminated, then discard Bottle A's hydraulic fluid into the waste container.
- i. Draw hydraulic fluid into the Bottle B until it is 80% full.

26. La méthode d'échantillonnage suivante doit être utilisée pour prélever des échantillons du réservoir.

- a. l'échantillon doit être prélevé d'un endroit dans le réservoir où le liquide est en mouvement, tout en étant éloigné des parois, des déflecteurs et des crépines d'aspiration de la pompe.
- b. il faut favoriser la façon d'accéder au liquide qui minimise la possibilité de contamination. Des choix possibles sont les orifices de reniflard, les orifices de jauge de niveau, ou les orifices de remplissage. L'endroit choisi doit être nettoyé avant d'y insérer le tube d'échantillonnage, surtout si le démontage est nécessaire.
- c. déterminer visuellement où se trouve le point du centre par rapport à la profondeur totale de liquide et marquer la section en acier inoxydable du tube d'échantillonnage de façon à pouvoir l'insérer à cette profondeur.
- d. assembler le tube d'échantillonnage en raccordant la tuyauterie de polyéthylène et d'acier inoxydable avec l'union d'acier inoxydable.
- e. assembler la pompe et la tuyauterie d'échantillonnage, et la bouteille A; sucer 125 mL de solvant filtré au travers de l'ensemble d'échantillonnage.
- f. enlever la bouteille A et jeter le solvant dans le récipient de déchets. Rattacher la bouteille A et nettoyer la surface extérieure de la tuyauterie d'acier inoxydable avec un chiffon imbibé de solvant.
- g. insérer le tube d'échantillonnage dans le réservoir jusqu'à la profondeur marquée et sucer 125 mL de liquide hydraulique dans la bouteille d'échantillonnage.
- h. enlever la bouteille A sans retirer l'ensemble d'échantillonnage du réservoir et installer immédiatement la bouteille B, en s'assurant que le capuchon n'est pas contaminé, et jeter le liquide de la bouteille A dans le récipient de déchets.
- i. sucer du liquide hydraulique dans la bouteille B pour la remplir à 80 pour 100.

- j. Remove Bottle B from sample pump and immediately seal with its original cap, reconnect Bottle A to the sample pump, remove sampler from reservoir and restore reservoir to original condition.

SAMPLING USING AUTOMATIC IN-LINE PARTICLE COUNTER

27. When an automatic in-line particle counter is used then it is imperative that the manufacturer's instructions are followed. Reference should be made to the specific technical documents relating to the particle counter(s) available at each Fleet Maintenance Facility.

SAMPLING INTERVAL

28. Samples are to be collected at the intervals specified in each system's current maintenance schedule. Samples should also be collected when hydraulic fluid condition is suspect. Poor fluid condition can be indicated by, for example, loss of performance, equipment malfunctions, filter failures, overheating, or after emergency fluid replenishment.

SAMPLE IDENTIFICATION

29. Complete and accurate sample identification is essential. This ensures that the appropriate analysis is performed and that the results are forwarded to the appropriate authorities, units, ships, or departments. Each sample must be uniquely identified with, as a minimum, the following information:

- a. Ship's name or pennant number,
- b. date,
- c. equipment identification,
- d. type of fluid (3-GP-36M Gr 32, MIL-I-17111B, etc.),
- e. system status (Operational, refit, overhaul, etc.),
- f. total running time or running time since last fluid change,

- j. retirer la bouteille B de la pompe d'échantillonnage et la sceller immédiatement en utilisant son capuchon, rattacher la bouteille A à la pompe, retirer l'ensemble d'échantillonnage du réservoir et remettre le réservoir à son état d'origine.

PRÉLÈVEMENT DES ÉCHANTILLONS EN UTILISANT UN COMPTEUR DE PARTICULES AUTOMATIQUE CONTINU

27. Lorsqu'un compteur de particules automatique continu est utilisé, il est essentiel de suivre les instructions du fabricant. Se référer à la documentation technique des compteurs de particules particuliers disponible de l'installation de maintenance de la flotte.

INTERVALLE D'ÉCHANTILLONNAGE

28. Les échantillons doivent être prélevés aux intervalles spécifiés dans le calendrier de maintenance courant de chaque système. Des échantillons doivent aussi être prélevés lorsque l'état du liquide hydraulique est suspect. Il peut s'agir d'un liquide en mauvais état lorsqu'il y a une perte de performance, de l'équipement fonctionnant anormalement, des défaillances de filtre, une surchauffe, ou après un remplissage d'urgence.

IDENTIFICATION DES ÉCHANTILLONS

29. L'identification complète et précise des échantillons est essentielle. De cette façon, l'analyse appropriée est effectuée et les résultats sont envoyés aux autorités appropriées, aux unités, aux navires ou aux départements. Chaque échantillon doit être identifié de façon unique avec au moins l'information suivante :

- a. nom du navire ou le numéro de flamme,
- b. date,
- c. identification de l'équipement,
- d. type de liquide (3-GP-36M cat. 32, MIL-I-17111B, etc.),
- e. état du système (opérationnel, réaménagement, remise à neuf, etc.),
- f. temps d'utilisation total ou temps d'utilisation depuis la vidange de liquide la plus récente,

- g. sample location (Sample port ID, reservoir, etc.),
- h. any specific tests required, and
- i. any additional remarks or information (equipment failure, routine, etc.).

30. Items e), f), and i) are required to provide pertinent information to those involved in the analysis of the test results. For example, if the system has operated continuously for sixty hours or has been shut down since the last sample analysis can affect fluid appearance and condition. Relevant information also includes the dates of system flushes or details of system or component failures. When a failure occurs, the failed component, type of failure, and any actions taken should be identified.

- g. emplacement du prélèvement de l'échantillon (identification de l'orifice d'échantillonnage, réservoir, etc.),
- h. essais spécifiques requis, et
- i. commentaires ou information supplémentaires (défaillance d'équipement, maintenance périodique, etc.)

30. Les articles e), f) et i) contiennent de l'information nécessaire pour le personnel effectuant l'analyse des résultats. Par exemple, le fait que le système ait fonctionné continuellement pendant soixante heures ou qu'il est arrêté depuis l'analyse d'échantillons la plus récente peut affecter l'allure et l'état du liquide. L'information pertinente comprend aussi les dates de rinçage du système ou les détails concernant les défaillances de systèmes ou de composants. Lorsqu'il y a une défaillance, le composant défectueux, le genre de défaillance et toute mesure prise doivent être identifiés.

SECTION 3

SAMPLE ANALYSIS

SAMPLE ANALYSIS - SHIPS

General

1. Ships' personnel are not required to analyse samples of hydraulic fluid. However, the samples collected during routine maintenance or because of special circumstances should be visually inspected for signs of gross particulate or water contamination.

2. Samples, both routine and special, should be handled under the Oil and Coolant Condition Analysis Program (OCCAP). The details of the program are described in C-03-010-547/MS-001 and, in general, the procedures outlined therein apply to hydraulic system sampling. However, if a conflict between those instructions and the instructions contained within this document exist then guidance from the local OCCAP desk should be sought.

Particulate Contamination

3. As has been mentioned previously, hydraulic fluid samples, even when contaminated to levels higher than the maximum allowable, appear clear and bright to the unaided human eye. A sample found to contain visible particulate contamination should be a cause for concern and possible sources for the contamination should be investigated.

4. Two possible and easily correctable contamination sources are, sampling from an inappropriate location and extracting a sample through contaminated equipment. Inappropriate sampling locations include filter bowl drains, reservoir drains, or disconnected pipe connections. Contaminated sampling equipment can be disassembled, inspected, cleaned and thoroughly flushed and the sample taken. If these do not appear to be the source of the contamination then component or filter element failure should be suspected and immediate remedial action taken.

SECTION 3

ANALYSE DES ÉCHANTILLONS

ANALYSE DES ÉCHANTILLONS - NAVIRES

Généralités

1. Le personnel des navires n'est pas obligé d'analyser les échantillons de liquide hydraulique. Toutefois, les échantillons prélevés durant la maintenance périodique ou suite à des circonstances particulières doivent être inspectés visuellement pour y déceler la présence de contamination grossière ou d'eau.

2. Les échantillons, périodiques et spéciaux, doivent être traités selon le programme d'analyse des huiles et des agents de refroidissement (OCCAP). Les détails de ce programme se trouvent dans l'ITFC C-03-010-547/MS-001 et, généralement, les procédures décrites à cet égard s'appliquent au prélèvement d'échantillons pour les systèmes hydrauliques. Toutefois, s'il existe un conflit entre ces instructions et celles du présent document, il faut consulter le personnel local du OCCAP.

Contamination particulière

3. Tel que mentionné auparavant, les échantillons de liquide hydraulique, même s'ils sont contaminés à des niveaux supérieurs à la limite permise, semblent clairs et reluisants à l'oeil nu. Un échantillon qui contient une contamination visible est une cause d'ennuis et il faut déterminer la source de la contamination.

4. Deux sources de contamination corrigibles sont le prélèvement d'échantillons à un emplacement inapproprié ou fait en utilisant un équipement contaminé. Des exemples d'emplacements inappropriés sont les drains de cuve de filtre, les drains de réservoir ou des raccords de tuyaux débranchés. L'équipement contaminé peut être démonté, inspecté, nettoyé, bien rincé; l'échantillon peut ensuite être prélevé. Si la source de contamination n'est toujours pas identifiée, la défaillance d'un composant ou d'un élément filtrant peut être soupçonnée et des mesures correctives doivent être prises immédiatement.

Water Contamination

5. Several methods can be used to analyse samples of hydraulic fluid for water but the visual method described below is most suited to use by ship's staff. The frequently sighted "Crackle Test" is not recommended because of the inherent danger of the method and its lack of precision.

6. If water contamination is suspected then ship's staff should visually examine the sample and confirm if the contamination level is of concern. To conduct the examination the following are required:

- a. a clean, clear, glass container about the size of a standard test tube (about 15 mm diameter),
- b. a freshly collected hydraulic fluid sample that has been allowed to cool to room temperature,
- c. a piece of white paper with several lines of black type, and
- d. a well lit area.

7. Shake the sample well, pour into the glass container and hold the fluid filled glass container against the paper with the type visible through the sample. For the petroleum-based fluids a barely detectable haziness indicates the water concentrations near 300 ppm while distinct cloudiness indicates a water concentration of 500 ppm. Cloudy samples should be analysed through the OCCAP to verify the cause of the contamination. Any free water, visible as droplets or a layer at the bottom of the container, is a cause for concern and remedial action should be taken immediately.

[CSColin Smith](#)

SAMPLE ANALYSIS – FLEET MAINTENANCE FACILITY

8. The following methods of determining hydraulic system solid contamination levels are normally performed by the relevant units within the Fleet Maintenance Facilities.

Contamination d'eau

5. Plusieurs méthodes existent pour analyser les échantillons de liquide hydraulique pour y déceler la présence d'eau, mais la méthode visuelle décrite ci-dessous est la plus convenable pour le personnel des navires. La méthode de «craquelure» est populaire mais elle n'est pas recommandée à cause du danger et du manque de précision qui y sont reliés.

6. Si la contamination d'eau est soupçonnée, le personnel du navire doit examiner visuellement l'échantillon et confirmer s'il y a cause d'ennuis. Pour effectuer l'examen, il faut avoir :

- a. un récipient de verre propre et clair de taille semblable à celle d'une éprouvette standard (diamètre de 15 mm),
- b. un échantillon de liquide hydraulique prélevé récemment qui a atteint la température de la pièce,
- c. un morceau de papier blanc avec plusieurs lignes de texte en noir, et
- d. une surface bien éclairée.

7. Bien agiter l'échantillon, le vider dans le récipient de verre et tenir le récipient sur le papier de façon à ce que le texte soit visible à travers l'échantillon. Dans le cas de liquides à base de pétrole, un aspect flou à peine perceptible indique une concentration d'eau d'environ 300 mg/L tandis qu'une allure trouble distincte indique une concentration d'eau de 500 mg/L. Les échantillons à allure trouble doivent être analysés dans le cadre du OCCAP pour vérifier la cause de la contamination. Toute eau libre, gouttelettes visibles ou couche au fond du récipient, est cause d'ennuis et des mesures correctives doivent être prises immédiatement.

ANALYSE DES ÉCHANTILLONS – INSTALLATIONS DE MAINTENANCE DE LA FLOTTE

8. Les méthodes suivantes pour déterminer les niveaux de contamination solide des systèmes hydrauliques sont normalement effectuées par le personnel compétent des installations de maintenance de la flotte.

Particulate Contamination

9. Particulate contamination shall be determined using one of the following methods:

- a. automatic particle counter,
- b. ISO patch test analysis, or
- c. through the OCCAP.

Automatic Particle Counter

10. When an automatic in-line participle counter is used then it is imperative that the manufacturer's instructions are followed. Reference should be made to the technical documents relating to the particle counter(s) available at each Fleet Maintenance Facility.

ISO Patch Test Analysis

11. Normally, assessing the contamination level of hydraulic system samples using the ISO Patch Test Analysis is required only when a sample cannot be analysed using an automatic particle counter, typically, because the sample has a high water content. The Naval Engineering Test Establishment or DRE Dockyard Laboratory should conduct this analysis because the required equipment and materials are not readily available at the Fleet Maintenance Facilities. The facility conducting the analysis must be directed to follow the procedures outlined in the latest edition of ISO 4407 – "Determination of particulate contamination by the counting method using a microscope".

OCCAP

12. Routine and special samples can be sent through OCCAP for a comprehensive analysis or particulate contamination analysis, if so desired.

Contamination particulaire

9. La contamination particulaire doit être déterminée en utilisant une des méthodes suivantes :

- a. compteur de particules automatique,
- b. nécessaire d'échantillonnage ISO, ou
- c. par l'entremise du OCCAP.

Compteur de particules automatique

10. Lorsqu'un compteur de particules automatique continu est utilisé, il est essentiel de suivre les instructions du fabricant. Se référer à la documentation technique pertinente pour chaque compteur de particules automatique disponible auprès des installations de maintenance de la flotte.

Nécessaire d'échantillonnage ISO

11. Habituellement, l'évaluation des niveaux de contamination des échantillons de liquide hydraulique à l'aide du nécessaire d'échantillonnage ISO n'est nécessaire que lorsque l'échantillon ne peut être analysé avec le compteur de particules automatique, habituellement lorsque l'échantillon contient beaucoup d'eau. Le centre d'essais techniques (Mer) ou le laboratoire du chantier naval (Centre de recherche pour la défense) devraient effectuer cette analyse puisque l'équipement et les matériaux ne sont pas disponibles aux installations de maintenance de la flotte. Il faut que le personnel effectuant l'analyse suive les procédures décrites dans la version la plus récente du standard ISO 4407 – Détermination de la contamination particulaire en utilisant la méthode du comptage avec un microscope.

PROGRAMME DE L'ANALYSE DE L'ÉTAT DES HUILES ET DES AGENTS DE REFROIDISSEMENT (OCCAP)

12. Les échantillons périodiques et spéciaux peuvent être envoyés au personnel du OCCAP pour l'analyse d'ensemble ou particulaire, si voulu.

Water Contamination

13. Several methods can be used to accurately measure the water content of samples but all require equipment, such as automatic water titrators, normally only found in fully equipped laboratories such as the Naval Engineering Test Establishment or the DRE Dockyard Laboratory. When a sample's water content is required then the laboratory should be requested to use the method outlined in ASTM standard D1744 – "Water in Liquid Petroleum Products by the Karl Fischer Method". The results of this analysis should provide results accurate to ± 10 ppm.

SAMPLE ANALYSIS – LABORATORY

14. Analysis request forms, detailing the tests to be performed, must accompany samples sent to an approved laboratory for analysis, either under OCCAP or as special requests. Routine sample analysis reports shall include, as a minimum, the following information:

- a. visual appearance – colour, clarity, sediment, and water,
- b. particle count – ranges to include $>2\mu\text{m}$, $>5\mu\text{m}$, $>15\mu\text{m}$, $>25\mu\text{m}$, $>50\mu\text{m}$, and $>100\mu\text{m}$,
- c. ISO 4406 code (5/15 format),
- d. viscosity,
- e. total water content,
- f. element analysis (wear metals, additives, etc.),
- g. comments and interpretations of the results.

Shipping Requirements

15. Samples to be analysed at an approved laboratory are to be shipped as directed by the local OCCAP desk. The package shall be shipped without delay since the value of the information derived from the sample decreases as the time taken to receive results increases.

Contamination d'eau

13. Plusieurs méthodes existent pour mesurer précisément la quantité d'eau dans les échantillons, mais il faut utiliser de l'équipement, tel qu'un titrateur d'eau automatique, qui ne se trouve habituellement que dans les laboratoires bien équipés tels que ceux du Centre d'essais techniques (Mer) ou du chantier naval (Centre de recherche pour la défense). Le laboratoire devrait effectuer l'essai selon la méthode du standard ASTM D1744 – L'eau dans les produits pétroliers liquides selon la méthode Karl Fischer; les résultats sont précis à plus ou moins 10 mg/L.

ANALYSE DES ÉCHANTILLONS – LABORATOIRE

14. Les formulaires de demande d'analyse décrivant les essais à être effectués doivent accompagner les échantillons envoyés au laboratoire, dans le cadre du programme OCCAP ou sur réquisition spéciale. Les rapports d'analyse périodique doivent au moins contenir l'information suivante :

- a. allure visuelle – couleur, clarté, sédiments, et l'eau,
- b. nombre de particules – fourchettes qui comprennent $> 2 \mu\text{m}$, $> 5 \mu\text{m}$, $> 15 \mu\text{m}$, $> 25 \mu\text{m}$, $> 50 \mu\text{m}$, et $> 100 \mu\text{m}$,
- c. code ISO 4406 (format 5/15),
- d. viscosité,
- e. teneur en eau,
- f. analyse élémentaire (métaux usés, additifs, etc.),
- g. commentaires et interprétations des résultats.

Exigences d'expédition

15. Les échantillons envoyés au laboratoire pour l'analyse doivent être expédiés tel qu'indiqué par le personnel OCCAP. Le colis sera expédié sans délai puisque la valeur de l'information obtenue des échantillons diminue avec le temps requis pour recevoir les résultats.

PART 5

HYDRAULIC SYSTEM FILLING, TOPPING-UP, DRAINING AND FLUSHING

SECTION 1

GENERAL

SCOPE

1. The following describes the special requirements, equipment, and procedures that apply to the filling, topping-up, draining, and flushing of hydraulic systems.

PARTIE 5

REPLISSAGE, VIDANGE ET RINÇAGE DES SYSTÈMES HYDRAULIQUES

SECTION 1

GÉNÉRALITÉS

PORTÉE

1. La section suivante décrit les exigences spéciales, l'équipement et les procédures applicables au remplissage, à la vidange et au rinçage des systèmes hydrauliques.

SECTION 2**FILLING AND TOPPING-UP INSTRUCTIONS****GENERAL**

1. Contamination can be introduced into hydraulic systems during routine filling or topping-up operations. Therefore, it is important that filling or topping-up procedures minimise contaminant ingress. It is also important that system maintainers assume that all fluid is contaminated and take the appropriate precautions: even when the fluid is new, clear and apparently clean.

2. Only under exceptional conditions should hydraulic fluid be added directly into a system's reservoir without using the procedures described below. When filling or topping-up systems use:

- a. a hydraulic system's integral filter-protected filling arrangements (if fitted) provided the filling filter element is installed, has the appropriate rating, and is not plugged; or
- b. an approved filtration unit such as the L.B.S. MX100-MIL Portable Oil Filtration Unit (NSN 4330-21-914-2176) that discharges filtered fluid into the system via an approved filling connection.

3. Filling or topping-up operations shall not be conducted while rain or snow is falling unless the fluid containers and fill connections are adequately protected. Systems should be filled or topped-up well in advance of any scheduled use because the addition of fluid to reservoirs causes fluid aeration and disturbs existing reservoir contamination.

FILLING INSTRUCTIONS (NEW SYSTEMS)

4. For new systems the Technical Authority shall provide, as a minimum, the following information:

- a. The type, grade, and volume of fluid required to fill the system;
- b. The position, type, and size of filling connections and the details of any adapters required; and
- c. Details of the filtration arrangements.

SECTION 2**INSTRUCTIONS DE REMPLISSAGE****GÉNÉRALITÉS**

1. La contamination peut pénétrer dans les systèmes hydrauliques durant le remplissage périodique. Il est donc important que les procédures de remplissage minimisent la pénétration des contaminants. Il faut aussi que le personnel de maintenance accepte que le liquide est contaminé et qu'il prenne les mesures appropriées, même si le liquide est neuf, clair et a une allure propre.

2. Sauf sous des conditions exceptionnelles, le liquide hydraulique ne doit pas être versé directement dans le réservoir sans utiliser les procédures décrites ci-dessous. Pour le remplissage utiliser :

- a. le dispositif de remplissage intégral protégé par un filtre (si présent) pourvu que l'élément filtrant soit installé, qu'il soit de capacité appropriée et qu'il ne soit pas bloqué; ou
- b. un module de filtration approuvé tel que l'unité de filtration d'huile transportable L.B.S. MX100-MIL (NNO 4330-21-914-2176) qui décharge le liquide filtré dans le système par l'entremise d'un raccord de remplissage approuvé.

3. Le remplissage ne sera pas effectué s'il pleut ou s'il neige, sauf si les récipients de liquide et les raccords de remplissage sont bien protégés. Les systèmes devraient être remplis bien avant l'utilisation prévue puisque l'ajout de liquide dans les réservoirs cause de l'aération dans le liquide et déplace la contamination existante dans le réservoir.

INSTRUCTIONS DE REMPLISSAGE (SYSTÈMES NEUFS)

4. Dans le cas de systèmes neufs, l'autorité technique doit fournir au moins l'information suivante :

- a. le type, la catégorie et le volume de liquide nécessaire pour remplir le système;
- b. la position, le type et la taille des raccords de remplissage et les détails concernant les adaptateurs nécessaires; et
- c. les détails concernant l'installation de filtration.

FILLING PROCEDURES

5. The procedures outlined below should be used whenever a new system has been installed, a major overhaul has occurred, or when the system fluid level has dropped below the minimum operating level because of leakage or draining. When using the Portable Oil Filtration Unit - Model MX100-MIL when filling, draining or flushing a system, refer to C-49-755-000/MS-001 for proper operating instructions.

PREPARATORY CHECKS

6. Prior to filling or topping-up a hydraulic system ensure that an adequate volume of fluid is available and that the following preparatory checks have been completed.

- a. Check fluid container labelling to ensure that all contain the appropriate type and grade of fluid, and that all have valid inspection dates.
- b. Check each container's condition for signs of damage, leakage, or heavy corrosion. If any of these conditions exist there is a probability that the fluid is contaminated and the fluid should be rejected.
- c. If container seals have been broken, or, in the case of 205L drums, if they have been stored vertically in exposed outdoor locations, then contamination should be suspected. A sample of the fluid should be drawn from the bottom of the container and analysed to confirm suitability for use.
- d. A sample should be drawn from the bottom of each container and visually inspected for signs of water contamination. Containers that have hazy or cloudy samples should not be used. The container shall be suitably tagged, giving the reasons for rejection, to prevent inadvertent use.

PROCÉDURES DE REMPLISSAGE

5. Les procédures décrites ci-dessous doivent être utilisées lorsqu'il s'agit d'un système neuf, d'une remise à neuf importante, ou lorsque le niveau de liquide a dépassé la limite inférieure normale suite à des fuites ou à la vidange de liquide. Si l'unité de filtration d'huile transportable, modèle MX100-MIL, pour le remplissage, la vidange ou le rinçage d'un système est utilisée, se référer à l'ITFC C-49-755-000/MS-001 pour connaître les instructions d'utilisation.

VÉRIFICATIONS PRÉLIMINAIRES

6. Avant de remplir un système hydraulique, s'assurer qu'un volume adéquat de liquide est disponible et que les vérifications préliminaires suivantes ont été effectuées.

- a. vérifier les étiquettes des récipients de liquide pour s'assurer qu'il s'agit de liquide de type et de catégorie appropriés, et que les dates d'inspection sont valides.
- b. vérifier l'état des récipients pour y déceler la présence de dommage, de fuites ou de corrosion importante. Si une de ces conditions existe, il est possible que le liquide soit contaminé et il doit donc être jeté.
- c. si le sceau des récipients a été brisé ou, dans le cas de bidons de 205 L, s'ils ont été entreposés verticalement à l'extérieur, il est possible qu'il existe de la contamination. Il faut prélever un échantillon du fond du récipient et l'analyser pour confirmer que le liquide peut être utilisé.
- d. il faut prélever un échantillon du fond de chaque récipient et l'inspecter visuellement pour la présence d'eau. Les récipients qui contiennent des échantillons flous ou troubles ne doivent pas être utilisés. Le récipient doit être étiqueté, en donnant la raison du rejet, pour éviter son utilisation involontaire.

- e. The transfer/filtering equipment shall be inspected prior to use and cleaned as necessary, especially the supply and discharge hoses, wands, and fittings. All end connections shall be capped when not in use. It is preferable that new filter elements be installed prior to the start of the transfer to minimise transfer time and the risk of fluid cross-contamination.

7. Refer to Part 1, Section 2, for instructions on the appropriate handling and disposal of rejected hydraulic fluid.

8. In emergency situations, and with the approval of the appropriate technical authority, any of the suspect contaminated fluid identified during the preparatory checks can be used to fill or top-up a system provided it can be treated using the close-cycled procedure described below.

INTEGRAL FILLING CONNECTION

9. Where a system is equipped with an integral filter-protected filling arrangement then, apart from conducting the preparatory checks described above, it is essential that a check be made to ensure that the filling filter element is installed, has the appropriate rating and is not plugged.

PORTABLE OIL FILTRATION UNIT CONNECTION

10. Prior to starting fluid transfer it is essential that the contamination level of the filtration unit discharge fluid is checked to ensure that the fluid meets the cleanliness requirements specified for the system. If the cleanliness of the fluid is acceptable then the fluid transfer can begin. If the cleanliness is below acceptable levels then the fluid should be treated using the close-cycled procedure described below.

11. System connections vary but when a filtration unit is used to transfer and filter the filling or topping-up fluid then the following general hook-up configurations apply. The filtration unit supply hose or wand is inserted, as far as possible, into the container of new fluid and the filtration unit discharge hose is, wherever possible, connected to the systems fill port.

- e. l'équipement de transfert et de filtration, surtout les boyaux d'alimentation et de décharge, les lances et les raccords, doit être inspecté avant de l'utiliser et nettoyé si nécessaire. Tous les raccords de bout doivent être obturés lorsqu'ils ne sont pas utilisés. Il est préférable d'installer des éléments filtrants neufs avant de commencer le transfert pour minimiser le temps requis et le risque de contamination transférée du liquide.

7. Se référer à la section 2 de la partie 1 pour connaître les instructions de manutention et d'évacuation du liquide rejeté.

8. En cas d'urgence, si l'autorité technique le permet, le liquide suspect identifié lors des vérifications préliminaires peut être utilisé pour le remplissage pourvu qu'il soit traité en utilisant la procédure à cycle fermé décrite ci-dessous.

RACCORD DE REMPLISSAGE INTÉGRAL

9. Nonobstant les vérifications préliminaires décrites ci-dessus, lorsqu'un système est muni d'une installation de remplissage intégral protégée par un filtre, il est essentiel de s'assurer que l'élément filtrant est installé, qu'il est de capacité adéquate et qu'il n'est pas bloqué.

RACCORD DE L'UNITÉ DE FILTRATION D'HUILE TRANSPORTABLE

10. Avant de commencer le transfert de liquide, il est essentiel de vérifier le niveau de contamination du liquide de décharge de l'unité de filtration pour s'assurer qu'il répond aux exigences de propreté du système. Si le niveau de propreté est acceptable, le transfert de liquide peut commencer. Si le niveau de propreté est inacceptable, le liquide doit être traité en utilisant la procédure à cycle fermé décrite ci-dessous.

11. Le raccordement des systèmes varie mais lorsqu'une unité de filtration est utilisée pour transférer et filtrer le liquide de remplissage, la configuration des raccordements s'applique. Le boyau d'alimentation ou la lance de l'unité de filtration est inséré aussi loin que possible dans le récipient de liquide neuf et le boyau de décharge de l'unité de filtration est raccordé à l'orifice de remplissage du système.

PREMATURE FILTER CLOGGING DURING FILLING PROCEDURE

12. If the filtration unit filters or reservoir filling filters are clogging more quickly than normal then excessive fluid contamination should be suspected and filling operations with the suspect fluid should be suspended. Filling operations should continue with clean filter elements and a new batch of fluid. The suspect fluid should be rejected and the fluid container suitably tagged to prevent inadvertent use.

13. In emergency situations, and with the approval of the appropriate technical authority, any of the suspect contaminated fluid identified during the preparatory checks can be used to fill or top-up a system provided it can be treated using the close-cycled procedure described below.

CLOSE-CYCLED FILTRATION

14. Close-cycled filtration should be used to treat a fluid that has been found to have excessive particulate or water contamination and alternate sources of fluid are not available. Closed-cycled filtration is accomplished using the an approved filtration unit such as the L.B.S. MX100-MIL Portable Oil Filtration Unit (NSN 4330-21-914-2176) equipped with supply and discharge hoses, and one long and one short wand or any other similarly equipped filtration cart.

15. To perform the close-cycled filtration the filter cart is configured with the long supply wand extending through the container's fill opening and resting on the container inner bottom. The short discharge wand extends through the same opening until the wand tip is far enough below the fluid surface to prevent fluid aeration. The discharge wand is angled to induce circulation within the container. Filtration continues until sampling results indicate the fluid has been cleaned to an acceptable level for the system to be filled or topped-up.

BLOCAGE PRÉMATURÉ DU FILTRE DURANT LE REMPLISSAGE

12. Si les filtres de l'unité de filtration ou de remplissage du réservoir s'encrassent plus rapidement que d'habitude, il y probablement un niveau de contamination trop élevé et la procédure de remplissage doit être arrêtée. La procédure de remplissage peut reprendre avec des éléments filtrants neufs et un nouveau lot de liquide. Le récipient de liquide rejeté doit être étiqueté pour éviter son utilisation involontaire.

13. En cas d'urgence, si l'autorité technique le permet, le liquide suspect identifié lors des vérifications préliminaires peut être utilisé pour le remplissage pourvu qu'il soit traité en utilisant la procédure à cycle fermé décrite ci-dessous.

FILTRATION À CYCLE FERMÉ

14. La filtration à cycle fermé doit être utilisée pour traiter un liquide possédant des niveaux élevés de contamination particulaire et d'eau, et qu'il n'y aucune autre source de liquide. La filtration à cycle fermé est effectuée en utilisant une unité de filtration approuvée telle que le modèle L.B.S. MX100-MIL (NNO 4330-21-914-2176) muni de boyaux d'alimentation et de décharge, une lance longue et une lance courte, ou un équipement équivalent.

15. Pour effectuer la filtration à cycle fermé, la lance longue d'alimentation est insérée dans l'ouverture du récipient et repose sur le fond. La lance courte de décharge pénètre dans la même ouverture jusqu'à ce que le bout de la lance soit situé sous la surface du liquide à une distance suffisante pour éviter l'aération du liquide. La lance de décharge doit être orientée de façon à favoriser la circulation dans le récipient. La filtration continue jusqu'à ce que les échantillons indiquent un niveau de propreté acceptable pour le remplissage du système.

SECTION 3**DRAINING INSTRUCTIONS****GENERAL**

1. The procedures to be followed when draining all or part of a hydraulic system depend upon the reasons for fluid removal and these include:

- a. partial draining to permit the replacement or repair of components or pipe sections,
- b. full draining for major system overhauls,
- c. full draining because of reversible fluid contamination,
- d. full draining because of irreversible fluid contamination, and
- e. full draining for regularly scheduled fluid changes.

2. Ever increasing materiel and disposal costs make it desirable, wherever feasible, to reuse hydraulic fluid. For a) and b) it is necessary to remove the fluid until the required repair, replacement or overhaul has been completed then the fluid can be returned to the system provided it has been properly stored. Reasons d) and e) require the removal and disposal of the hydraulic fluid. In situation c), when particulate or water contamination is detected, it is no longer necessary to remove the fluid. Here the fluid can be treated, without removal from the system, by using a suitably equipped portable filter cart and the flushing methods described below.

3. When a system is to be partially drained a mechanical means of removing the fluid may or may not be used. This procedure normally occurs in the vicinity of the system reservoir. When a system must be completely drained, the fluid can be collected locally if it is to be reused, or by dockside vacuum collection if it is to be discarded. Refer to Part 1, Section 2 for disposal information.

SECTION 3**INSTRUCTIONS DE VIDANGE****GÉNÉRALITÉS**

1. Les procédures de vidange totale ou partielle du système hydraulique varient selon les raisons suivantes :

- a. vidange partielle afin de permettre le remplacement ou la réparation de composants ou de sections de tuyaux,
- b. vidange totale dans le cas de remises à neuf importantes du système,
- c. vidange totale suite à une contamination réversible du liquide,
- d. vidange totale suite à une contamination irréversible du liquide, et
- e. vidange totale à cause de maintenance périodique.

2. À cause des coûts de matériaux et d'évacuation qui augmentent continuellement, il est préférable, si possible, de réutiliser le liquide hydraulique. Dans les cas a) et b), il est nécessaire de retirer le liquide pendant que la réparation ou le remplacement d'un composant, ou la remise à neuf du système est complétée; ensuite, le liquide peut être remis dans le système pourvu qu'il ait été bien entreposé. Dans les cas d) et e), le liquide doit être enlevé et jeté. Dans le cas c), lorsque la contamination particulaire ou d'eau est dépiquée, il n'est pas nécessaire de retirer le liquide. Le liquide peut être traité sans le retirer du système, en utilisant un chariot de filtration transportable et les méthodes de rinçage décrites ci-dessous.

3. Lorsqu'un système doit être vidangé partiellement, il sera peut-être nécessaire d'utiliser un outillage distinct pour enlever le liquide. Cette procédure est normalement effectuée près du réservoir. Lorsqu'un système doit être vidangé complètement, le liquide peut être collecté localement s'il doit être réutilisé, ou par collecte sous vide portuaire s'il doit être jeté. Se référer à la section 2 de la partie 1 pour connaître l'information d'évacuation.

DRAIN PORTS

4. Naval hydraulic systems do not have a standard draining configuration but all are equipped with one or more valved drain ports. These ports should be used whenever a system must be partially or completely drained.

LOCAL DRAINING

5. Prior to starting the partial or complete local draining of a system it is essential that a generous estimate of the volume of fluid to be collected be made. Containers capable of holding that volume should then be made available. If the fluid is to be reused the containers should be clean and equipped with sealing caps.

6. A portable filtration unit, such as the L.B.S. MX100-MIL Portable Oil Filtration Unit (NSN 4330-21-914-2176), should be used to drain a system and, where possible, the filtration unit should be configured for high-volume transfer. Draining is accomplished by connecting the Portable Oil Filtration Unit to the system's reservoir drain port. All piping legs must be vented to ensure the maximum fluid volume possible is drained.

7. During system draining care is to be taken to avoid overfilling containers and spilling fluid. Once filled, containers are to be immediately sealed and tagged with the appropriate information. If the fluid is to be reused the container should be tagged to indicate the type of fluid, date of collection, and the system.

BULK DRAINING

8. When the relevant Technical Authority specifies bulk draining then ensure that the system is vented to permit the draining of the maximum volume possible. Refer to Part 1 Section 2 for further information on the handling of bulk petroleum waste.

ORIFICES DE VIDANGE

4. Les systèmes hydrauliques de la marine n'ont pas une configuration de dispositif de vidange standard, mais ils sont tous munis d'au moins un orifice de vidange à soupape. Ces orifices doivent être utilisés lorsqu'un système doit être partiellement ou totalement vidangé.

VIDANGE LOCALE

5. Avant de commencer la vidange locale partielle ou totale d'un système, il est essentiel d'évaluer de façon conservatrice le volume de liquide à collecter. Des récipients de capacité suffisante doivent être disponibles. Si le liquide doit être réutilisé, les récipients doivent être propres et munis de capuchons étanches.

6. Une unité de filtration transportable, telle que le modèle L.B.S. MX100-MIL (NNO 4330-21-914-2176), doit être utilisée pour vidanger le système et, si possible, configurée pour un débit élevé. La vidange est effectuée en raccordant l'unité de filtration à l'orifice de vidange du réservoir du système. Toute la tuyauterie doit être mise à l'air libre pour s'assurer de vidanger le plus de liquide possible.

7. Durant la vidange, il faut faire attention de ne pas trop remplir les récipients et d'éviter de renverser le liquide. Une fois remplis, les récipients doivent être immédiatement scellés et étiquetés pour indiquer l'information appropriée. Si le liquide doit être réutilisé, le récipient doit être étiqueté pour indiquer le type de liquide, la date de la collecte et l'identification du système.

VIDANGE EN MASSE

8. Lorsque l'autorité technique spécifie la vidange en masse, il faut s'assurer que le système est mis à l'air libre pour permettre la vidange du plus de liquide possible. Se référer à la section 2 de la partie 1 pour obtenir plus d'information concernant la manutention de déchets pétroliers en masse.

SECTION 4**FLUSHING INSTRUCTIONS****GENERAL**

1. This section describes the general flushing procedures for hydraulic systems. The procedures shall be used to remove particulate and water contamination to the levels specified for the each system. In general, flushing shall be carried out when any of the following conditions apply:

- a. after the installation of a new or refitted system's piping and equipment;
- b. after carrying out major repairs on a system, such as replacing a pump;
- c. after opening an in-service system, where it is likely that severe system contamination has occurred and the appropriate flushing equipment is available;
- d. when periodic sampling of an in-service system indicates that particulate or water levels are above that specified by the Technical Authority or Part 3, Section 3 of this document and the use of the portable filter cart has failed to reduce the contamination to the required levels.

FLUSHING PROCEDURES AND REQUIREMENTS TO REMOVE CONTAMINATION

2. System pumps are not to be used as flushing pumps, unless specifically identified, because it is unlikely that they can deliver the required flow. Also, these components have been cleaned before installation and exposure to the contaminated fluid may lead to premature wear and failure.

3. The flushing rig shall be located as close to the system connections as possible and wherever possible rigid pipe is to be used to connect between the flushing rig and system. Where flexible hoses are used they shall be kept as short as possible. A drop leg with drain valve shall be fitted at the bottom of each vertical riser to permit the discharge of any collected contaminants.

SECTION 4**INSTRUCTIONS DE RINÇAGE****GÉNÉRALITÉS**

1. La présente section décrit les procédures de rinçage des systèmes hydrauliques. Ces procédures servent à réduire la contamination particulaire et d'eau jusqu'aux niveaux spécifiés pour chaque système. En général, le rinçage doit être effectué sous les conditions suivantes :

- a. après l'installation de tuyauterie ou d'équipement d'un système neuf ou réaménagé;
- b. après une réparation importante, telle que le remplacement d'une pompe;
- c. après avoir ouvert le système en service, que la possibilité de contamination extrême existe et que l'équipement de rinçage est disponible;
- d. lorsque le prélèvement d'échantillons périodique de systèmes en service indique que les niveaux de particules et d'eau ont dépassé les limites établies par l'autorité technique ou la section 3 de la partie 3 du présent document et que l'utilisation d'un chariot de filtration transportable n'a pas réussi à réduire suffisamment la contamination.

PROCÉDURES ET EXIGENCES DE RINÇAGE POUR ENLEVER LA CONTAMINATION

2. Sauf indication contraire, les pompes du système ne doivent pas être utilisées pour le rinçage puisqu'il est peu probable qu'elles puissent fournir le débit requis. De plus, ces composants ont été nettoyés avant l'installation et le contact avec le liquide contaminé peut favoriser l'usure prématurée et la défaillance.

3. Si possible, l'appareil de rinçage doit être localisé près des raccords du système et un tuyau rigide doit être utilisé pour raccorder l'appareil de rinçage et le système. Si des boyaux souples sont utilisés, ils doivent être aussi courts que possible. Un siphon muni d'une soupape de vidange doit être installé au fond de chaque section verticale pour décharger les contaminants accumulés.

4. During flushing procedures flushing blocks and jumper leads shall be used to replace, by-pass, or isolate contamination sensitive components, such as pumps, motors, control valves, and servo valves. These blocks and leads shall be sized and constructed from materials suited to the fluids, fluid velocities and system pressures to which they shall be subjected to during flushing.

5. Wherever possible the fluid designated for use in the system shall be specified for use as the flushing fluid. If another fluid is specified then it must be chemically compatible with the system's fluid and components. Where doubt exists, the system's Technical Authority must be consulted.

6. To ensure effective flushing occurs within a length of piping, high fluid velocities and fully turbulent flow conditions must exist throughout. This condition is dependent on fluid temperature, viscosity, flow rate or velocity, and pipe size. It is assumed to occur when a Reynolds Number of 4000 is achieved. The Reynolds Number of any hydraulic fluid and diameter of pipe can be calculated using the formula detailed in Part 4, Section 2. Paragraph 14. Graphs plotting the relationships between flow rate, pipe bore and temperature for each of the hydraulic fluids used on board CF platforms can also be found in Figure 4-2-1.

7. When it is necessary to heat the flushing fluid to reduce viscosity, care must be taken to ensure the fluid is not overheated. In general, the temperature of petroleum based fluids should not exceed 65°C (150°F) while some fire resistant, synthetic, hydrocarbon based fluids can be heated to 205°C (400°F). It is essential that the maximum temperature recommendations of either the fluid supplier or Technical Authority be known prior to the start of the flushing procedure. When maximum temperature recommendations differ, the lower value shall be used. Methods used to heat the fluid shall include a flushing rig integral heating unit, a custom designed temporary heating system, or if capable, the hydraulic system's integral heating arrangement. If electric immersion style heaters are used, the dissipated power of the heating elements surface area shall not exceed 1.5 W/cm² (10 W/in²), unless otherwise approved by the Technical Authority.

4. Durant les procédures de rinçage, des prises de rinçage et des fils de connexion doivent être utilisés pour remplacer, contourner ou isoler les composants sensibles à la contamination, tels que les pompes, les moteurs, les soupapes de commande et les soupapes asservies. Ces prises et ces fils doivent être de taille convenable et fabriqués de matériaux appropriés pour les liquides, les vitesses de liquide et les pressions du système auxquels ils seront soumis durant le rinçage.

5. Si possible, le liquide utilisé pour le rinçage doit être le même que celui normalement utilisé dans le système. Si un autre liquide est utilisé, il doit être chimiquement compatible avec le liquide du système et ses composants. En cas de doute, consulter l'autorité technique.

6. Pour obtenir un rinçage efficace, il faut s'assurer d'avoir des vitesses de liquide élevées et du courant turbulent sur la pleine longueur de tuyauterie. La turbulence dépend de la température du liquide, de la viscosité, du débit ou de la vitesse et de la taille de tuyau, et se produit lorsque le numéro de Reynolds atteint 4000. Le numéro de Reynolds de tout liquide hydraulique et le diamètre de tuyau peuvent être calculés en utilisant la formule du paragraphe 14 de la section 2 de la partie 4. Des graphes illustrant le rapport entre le débit, le diamètre intérieur de tuyau et la température pour chacun des liquides hydrauliques utilisés à bord des navires des FC se trouvent à la figure 4-2-1.

7. Lorsqu'il est nécessaire de chauffer le liquide de rinçage pour réduire sa viscosité, il faut faire attention de ne pas surchauffer le liquide. Généralement, la température des liquides à base de pétrole ne doit pas dépasser 65 °C (150 °F) tandis que certains liquides synthétiques à base d'hydrocarbures et résistants au feu peuvent être chauffés jusqu'à 205 °C (400 °F). Il est essentiel que la recommandation concernant la température maximale permise, du fournisseur ou de l'autorité technique, soit connue avant de commencer le rinçage. Si les recommandations sont différentes, la valeur inférieure doit être utilisée. Le liquide peut être réchauffé en utilisant un dispositif de chauffage intégral à l'appareil de rinçage, un système de chauffage temporaire sur mesure ou, si présent, le dispositif de chauffage intégral du système hydraulique. Si des thermoplongeurs électriques sont utilisés, la dissipation d'énergie au niveau de la surface ne doit pas dépasser 1.5 W/cm² (10 W/po²), sauf indication contraire de l'autorité technique.

8. Before a system or section of a system is flushed all filter elements must be removed or the filters by-passed. All adjustable flow control devices must be fully opened after their normal settings are recorded. These measures ensure flow rates are maximised and heat build-up is minimised during flushing.

9. Systems shall be filled or topped up to the level recommended by their Technical Authority prior to starting flushing procedures.

10. Before the flushing procedure begins the system shall be pressurised to the test pressure specified by the Technical Authority and the integrity of all components and connections checked. It is recommended that a hand pump be used to perform this pressure test because fluid spillage will be minimised should a failure occur. Special care is to be taken to ensure that the specified maximum test pressure does not exceed the maximum allowable pressure for any component. The flushing rig's adjustable relief valve shall be set at the lowest possible pressure that ensures personnel safety and prevents component damage.

11. Self-sealing, quick-disconnect couplings shall be used for all connections between the system and the flushing rigs. All couplings shall be the same size to facilitate reverse flow flushing.

12. During the flushing procedure, continually tapping pipes with a hide or soft headed hammer can help to dislodge particles that have settled in pockets or are adhering to pipe walls. Alternatively, hydraulic, pneumatic or electric vibrators can be used. These should be attached to the system piping at several locations and operated continuously during the flushing procedure.

13. Wherever possible an initial system flush, lasting at least 30 minutes, shall be conducted with the fluid flow direction opposite to the normal system flow. Thereafter, the flushing rig should be reconfigured to supply flushing fluid in the normal direction of flow. The flushing shall continue in accordance with the specific instructions for each system until the cleanliness level, specified in Part 3, Section 3 or by the Technical Authority, has been achieved.

8. Avant de rincer un système ou une section de système, tous les éléments filtrants doivent être retirés ou les filtres doivent être contournés. Tous les composants réglables qui contrôlent le débit doivent être complètement ouverts, une fois leurs réglages normaux notés, afin de maximiser les débits et minimiser l'accroissement de chaleur durant le rinçage.

9. Les systèmes doivent être remplis jusqu'au niveau recommandé par l'autorité technique avant de commencer le rinçage.

10. Avant de commencer le rinçage, le système sera pressurisé jusqu'à la pression d'épreuve spécifiée par l'autorité technique pour vérifier l'intégrité de tous les composants et de tous les raccords. Il est recommandé d'utiliser une pompe manuelle pour minimiser la quantité de liquide renversé en cas de défaillance. Il faut bien s'assurer que la pression d'épreuve maximale ne dépasse pas la pression maximale permise de tout composant. La soupape de surpression de l'appareil de rinçage doit être réglée à la pression la plus faible possible pour assurer la sécurité du personnel et éviter d'endommager les composants.

11. Des raccords rapides auto-étanches doivent être utilisés pour les raccordements entre le système et l'appareil de rinçage. Tous les raccords doivent être de la même taille pour faciliter le rinçage à débit inverse.

12. Durant la procédure de rinçage, il est recommandé de donner de petits coups sur les tuyaux en utilisant un marteau-caoutchouc ou un maillet pour décoller les particules qui se trouvent dans les poches ou qui s'agglomèrent sur les parois des tuyaux. Autrement, des vibrateurs hydrauliques, pneumatiques ou électriques peuvent être utilisés. Ils peuvent être rattachés à la tuyauterie du système à plusieurs emplacements et fonctionner pendant la durée entière du rinçage.

13. Si possible, un rinçage initial du système, d'une durée d'au moins 30 minutes, doit être effectué en sens inverse à la direction normale du liquide. Ensuite, l'appareil de rinçage doit être configuré pour fournir le liquide de rinçage dans la direction normale du débit. Le rinçage doit continuer, selon les instructions spécifiques pour chaque système, jusqu'à ce que le niveau de propreté, spécifié dans la section 3 de la partie 3 ou par l'autorité technique, soit atteint.

14. Samples should be taken at regular intervals throughout the flushing procedure and analysed using the methods outlined in Part 4, Section 3. The results of the sample analysis shall be used to monitor the progress of the system clean up and should indicate a progressive improvement of system cleanliness. Should the rate of improvement decrease significantly then possible causes should be investigated. One possibility would be a blocked filter that is being by-passed.

15. After the required cleanliness level has been achieved all jumper leads and flushing blocks shall be removed. Where a fluid other than the system fluid has been used then this must be completely drained and the system refilled in accordance with the instructions outlined in Section 2 above. If the system fluid has been used for flushing then the system shall be topped up with filtered clean fluid. All contamination sensitive components shall be re-installed or re-connected. All filter elements shall be re-installed and by-passed filters reconnected. All adjustable flow control devices shall be reset to their original settings. The system shall be operated under a normal duty cycle until operating temperature has been reached then fluid samples shall be taken and analysed to ensure the operations described above have not introduced contamination. Should an increase in contamination be noted then a portable filtering cart shall be connected and operated until sampling results indicate that the target cleanliness level has been achieved.

16. At the completion of a successful flushing procedure tags are to be prominently displayed at strategic locations throughout the system, such as the reservoir, control panel, or remote fill port, stating:

"SYSTEM FLUSHED AND FILLED"

SYSTEM FLUSHING INSTRUCTIONS

17. The Technical Authority for each system shall provide specific flushing instructions. The systems are to be flushed in accordance with those instructions and the general requirements described above. These instructions shall include, as a minimum, the following:

- a. the recommended flushing fluid, preferably the system fluid, flushing fluid test temperature, and system test pressure;

14. Des échantillons doivent être prélevés à des intervalles réguliers pendant le rinçage et analysés en utilisant les méthodes décrites à la section 3 de la partie 4. Les résultats serviront à contrôler le progrès et devraient indiquer une amélioration graduelle du niveau de propreté du système. Si le niveau de propreté diminue beaucoup, la cause doit être déterminée; une cause possible est un filtre bloqué qui est en mode de dérivation.

15. Une fois le niveau de propreté atteint, tous les fils de connexion et les prises de rinçage doivent être enlevés. Si un liquide autre que celui du système a été utilisé, il doit être complètement vidangé et le système doit être rempli selon les instructions décrites à la section 2 ci-dessus. Si le liquide du système a été utilisé pour le rinçage, le système doit être rempli avec du liquide filtré. Tous les composants sensibles à la contamination doivent être réinstallés ou raccordés. Tous les éléments filtrants doivent être réinstallés et les filtres raccordés. Tous les dispositifs qui contrôlent le débit doivent être ajustés selon leur réglage original. Le système doit fonctionner selon un cycle d'utilisation normale jusqu'à ce que la température normale ait été atteinte et ensuite des échantillons de liquide doivent être prélevés et analysés pour s'assurer que les procédures précédentes n'ont pas causé de contamination. Si le niveau de contamination a augmenté, un chariot de filtration transportable doit être raccordé au système jusqu'à ce que le prélèvement d'échantillons indique que le niveau de propreté cible a été atteint.

16. Après un rinçage couronné de succès, des étiquettes doivent être placées à des endroits stratégiques du système, tels que le réservoir, le panneau de commande ou l'orifice de remplissage. Les étiquettes doivent contenir le texte suivant :

« SYSTÈME RINCÉ ET REMPLI »

INSTRUCTIONS DE RINÇAGE DU SYSTÈME

17. L'autorité technique doit fournir des instructions de rinçage pour chaque système. Les systèmes doivent être rincés selon ces instructions et les exigences décrites ci-dessus. Ces instructions doivent comprendre au moins l'information suivante :

- a. le liquide de rinçage recommandé, préféablement le liquide du système, la température d'épreuve et la pression d'épreuve du système;

- b. the type and capacity of the flushing rig;
- c. the types, sizes and locations of the flushing connections and the flushing sequence;
- d. details, including connection configurations and locations, of the flushing blocks and jumper leads required to by-pass contamination sensitive components;
- e. the fluid flow rate and initial line pressure for the flushing fluid and temperature for each flushing leg; and
- f. the required particulate contamination level.

PRESERVATION AFTER FLUSHING

18. If a hydraulic system will not be put into immediate service after a flushing procedure then provisions must be made to minimise contamination ingestion and corrosion of the internal surfaces of all components. The system's fluid shall be used as the preservative/corrosion inhibitor. If the system's reservoir is not fabricated from corrosion resistant materials and the period of inactivity is expected to extend beyond six months further preservation measures should be taken. One suitable method is to remove the reservoir breather, plug the breather port, and install a temporary header or expansion tank. This allows the system reservoir to be completely filled with clean filtered fluid, compensates for fluid thermal expansion, and makes-up fluid losses caused by minor leaks.

PROCEDURE WHEN SYSTEM FLUSHING EQUIPMENT IS NOT AVAILABLE

19. When a system component or pipe failure occurs on a ship away from homeport and access to the system's normal flushing equipment is impossible, then one of the following courses of action should be taken:

- a. In a foreign port, a suitable sized flushing rig, jumper leads and, if possible, flushing blocks should be acquired from local sources. If flushing blocks are not available then special care being taken to ensure contamination sensitive components are protected.

- b. le type et la capacité de l'appareil de rinçage;
- c. les types, les tailles et les emplacements des raccords de rinçage et la séquence de rinçage;
- d. les détails, y compris la configuration et l'emplacement des raccordements, des prises de rinçage et des fils de connexion nécessaires pour contourner les composants sensibles à la contamination;
- e. le débit et la pression de conduite initiale du liquide de rinçage et la température pour chaque section à rincer; et
- f. le niveau de contamination particulaire cible.

CONSERVATION APRÈS LE RINÇAGE

18. Si un système hydraulique n'est pas mis en service immédiatement après le rinçage, des mesures doivent être prises pour minimiser la pénétration de contaminants et la corrosion des surfaces internes de tous les composants. Le liquide du système doit être utilisé comme agent de conservation et inhibiteur de corrosion. Si le réservoir du système n'est pas fabriqué de matériaux résistants à la corrosion et la période d'inactivité prévue est de plus de six mois, des mesures de conservation supplémentaires doivent être prises. Une méthode possible est d'enlever le reniflard du réservoir, de bloquer l'orifice du reniflard et d'installer un réservoir de mise en charge ou de détente. Cela permet de remplir le réservoir complètement de liquide filtré propre, de compenser pour l'expansion thermique du liquide et les pertes de liquide causées par des petites fuites.

PROCÉDURE À UTILISER SI L'ÉQUIPEMENT DE RINÇAGE N'EST PAS DISPONIBLE

19. S'il y a une défaillance de tuyau ou de composant lorsque le navire est en mer et que l'équipement de rinçage normalement utilisé n'est pas disponible, il faut prendre une des mesures suivantes :

- a. dans un port étranger, il faut se procurer un appareil de rinçage de taille convenable, des fils de connexion et, si possible, des prises de rinçage de sources locales. Si les prises de rinçage ne sont pas disponibles, il faut s'assurer de bien protéger les composants sensibles à la contamination.

- b. At sea, a non-essential system should not be used until the appropriate flushing equipment is available.
- c. At sea, essential systems shall be flushed using the portable filter cart or whatever other resources are available.

20. When component failure necessitates conducting an emergency flushing procedure, it is essential that the cause of the failure be identified and, if possible, rectified. When a component fails, the piping between it and the first downstream filter should be thoroughly inspected and cleaned. All filters and strainers must be cleaned and all filter elements must be replaced. Whenever possible, a portable filter cart shall be used to flush all piping and the system's reservoir. A portable cart should also be used to filter the fluid used to fill or top-up the system. If possible, sample should be extracted and analysed to monitor the progress of the clean-up procedure. The system can be started when all gross contamination has been removed and sample analysis indicates the system cleanliness has stabilised at or near the allowable cleanliness levels. Initially the system should operate at no load for a period of time sufficient to allow the system to reach operating temperature and allow the system filters to remove any remaining contamination.

- b. en mer, un système non essentiel ne doit pas être utilisé avant d'avoir un équipement de rinçage convenable.
- c. en mer, les systèmes essentiels doivent être rincés en utilisant le chariot de filtration transportable ou toute autre ressource disponible.

20. Lorsque la défaillance d'un composant oblige un rinçage d'urgence, il est essentiel que la cause de la défaillance soit identifiée et, si possible, rectifiée. Lorsqu'il y a défaillance d'un composant, la tuyauterie qui le sépare du premier filtre en aval doit être bien inspectée et nettoyée. Tous les filtres et toutes les crépines doivent être nettoyés et les éléments filtrants doivent être remplacés. Si possible, un chariot de filtration transportable doit être utilisé pour rincer toute la tuyauterie et le réservoir du système. Un chariot transportable doit aussi être utilisé pour filtrer le liquide utilisé pour remplir le système. Si possible, des échantillons doivent être prélevés pour contrôler le progrès du nettoyage. Le système peut être mis en marche lorsque la contamination grossière a été enlevée et que les échantillons indiquent que la propreté approche un niveau permis. Initialement, le système doit fonctionner sans charge suffisamment longtemps pour permettre au système d'atteindre la température normale et aux filtres d'éliminer le reste de la contamination.

ANNEX A**PREPARATION AND MAINTENANCE OF SOLUTIONS****DEGREASERS**

1. Petroleum based degreasers currently available include:

- a. kerosene – CAN/CGSB 3.3-M89 Amd 1 Type 1K (NSN 9140-21-578-1040),
- b. white spirit – CAN/CGSB 3.8-M85 (NSN 6850-21-570-1572), and
- c. dry cleaning solvent P-D-680A Amd 3 Type II (NSN 6850-00-281-1985).

2. Water soluble degreasers suitable for dip tank use include:

- a. General Purpose Degreaser – NSN 7930-21-878-4817
- b. Oakite Stripper SA – NSN 8010-21-853-8348
- c. Active Chemicals Ltd. RO-3B

The working solutions of these products should be prepared, used and maintained as directed by the manufacturers.

PAINT AND CARBON REMOVER

3. Proprietary products, such as Oakite® Stripper SA (NSN 8010-21-853-8348), or Turco Alkaline Rust Remover (NSN 6850-01-213-8797) are to be used for paint and carbon deposit removal. The working solutions shall be prepared, maintained and used in accordance with the manufacturer's instructions.

4. Products such as Oakite® Stripper SA, form two-layer working solutions where the lower layer containing the active cleaning solvents and the upper aqueous layer acts as a seal that prevents evaporation of the solvents. The upper layer also incorporates absorbed corrosion inhibitors.

ANNEXE A**PRÉPARATION ET MAINTENANCE DES SOLUTIONS****DÉGRAISSANTS**

1. Les dégraissants à base de pétrole sont les suivants :

- a. kérosène – CAN/CGSB 3.3-M89 rév. 1 type 1K (NNO 9140-21-578-1040),
- b. essence minérale – CAN/ONGC 3.8-M85 (NNO 6850-21-570-1572), et
- c. produit de nettoyage à sec P-D-680A rév. 3 type II (NNO 6850-00-281-1985).

2. Les dégraissants solubles dans l'eau convenables pour les cuves d'immersion sont les suivants :

- a. dégraissant polyvalent – NNO 7930-21-878-4817
- b. décapant Oakite SA – NNO 8010-21-853-8348
- c. produit chimique RO-3B de Active Chemicals Ltd.

Les solutions de travail de ces produits doivent être préparées, utilisées et maintenues selon les directives du fabricant.

DÉCAPANTS POUR LA PEINTURE ET LE CARBONE

3. Des produits exclusifs, tels que le décapant Oakite® Stripper SA (NNO 8010-21-853-8348), ou Turco Alkaline Rust Remover (NNO 6850-01-213-8797) doivent être utilisés pour enlever la peinture et les dépôts de carbone. Les solutions de travail de ces produits doivent être préparées, utilisées et maintenues selon les directives du fabricant.

4. Des produits exclusifs, tels que le décapant Oakite® Stripper SA, forment une solution de travail à deux couches; la couche inférieure contient les solvants de nettoyage actifs tandis que la couche aqueuse supérieure agit comme un sceau qui empêche l'évaporation des solvants. La couche supérieure comprend aussi des inhibiteurs de corrosion absorbés.

5. Evaporation of the top layer is compensated for by adding water when necessary to maintain the balance of solvent layer to aqueous layer at the recommended ratio.

6. The depth of the seal may be determined by inserting a glass tube below the bottom level of the seal and withdrawing it with the top end sealed with a finger. The demarcation line between the two layers will be clearly visible in the tube and depth of seal may be ascertained.

7. Drag out losses shall be compensated for maintaining the level of the working solution in the tank at a fixed point. This working level shall be maintained by the addition of fresh basic compound mixed with the correct proportion of water.

8. The water seal shall be maintained at between 2% and 5% of the total volume.

20 PER CENT INHIBITED HYDROCHLORIC ACID SOLUTION

9. The basic chemicals required are:

- a. Hydrochloric acid, technical grade, complying with Specification CAN/CGSB-15.33-9215-GP-33.
- b. Inhibiting solution, VANHIB A2

WARNING

It is important that the acid is always added to the water to avoid possible injury by splashing.

10. The working solution is to be prepared as follows:

- a. In the treatment tank slowly add the hydrochloric acid to water to obtain a solution with a final acid concentration of 20%. The density of the final solution shall be approximately 1.10 kg/m^3 at 15°C .

5. Il faut compenser pour l'évaporation de la couche supérieure en ajoutant de l'eau selon le besoin pour conserver l'équilibre entre la couche de solvant et la couche aqueuse selon le rapport recommandé.

6. L'épaisseur de la couche supérieure peut être déterminée en insérant un tube de verre sous le niveau inférieur de la couche et en le retirant tout en scellant le bout supérieur avec un doigt. La ligne entre les deux couches dans le tube sera bien visible et permet ainsi de déterminer l'épaisseur de la couche supérieure.

7. Il faut compenser les pertes de solution entraînée en maintenant le niveau de la solution de travail dans le réservoir à un niveau fixe. Le niveau sera maintenu en ajoutant du produit mélangé avec la quantité d'eau correcte.

8. La quantité d'eau doit être maintenue entre 2 pour 100 et 5 pour 100 du volume total.

SOLUTION DE 20 POUR 100 D'ACIDE HYDROCHLORIQUE INHIBÉ

9. Les produits chimiques requis sont les suivants :

- a. l'acide hydrochlorique de qualité technique conforme à la norme CAN/ONGC-15.33-9215-GP-33.
- b. solution inhibitrice, VANHIB A2

AVERTISSEMENT

Toujours ajouter l'acide à l'eau pour éviter les éclaboussures et ainsi réduire le risque de blessures.

10. La solution de travail doit être préparée comme suit :

- a. dans le réservoir de traitement, ajouter graduellement de l'acide hydrochlorique à l'eau afin d'obtenir une solution ayant une concentration de 20 pour 100 d'acide. La densité de la solution finale doit être approximativement 1.10 kg/m^3 à 15°C .

- b. The proportions of acid and water will vary depending upon the acid concentration. For example, a stock mixture that has a 36% acid concentration shall be mixed three parts stock mixture and two parts water, by volume, to obtain an approximately 20% hydrochloric acid solution
- c. Add the inhibitor in the proportion of one part inhibitor to 500 parts of acid solution by volume.
- d. The acid concentration is to be checked by hydrometer for the initial preparation.

11. Once in use a solution's condition shall be checked as follows:

- a. During periods of continuous use the solution condition shall be checked on a weekly basis.
- b. Immediately before a cleaning process if the solution has not been used for a period exceeding one week.
- c. At any other time when the personnel operating the plant considers that the solution may not be at the correct strength.

The local DRE Dockyard Laboratory using an approved titration method shall perform the acid concentration checks.

12. When the iron content of the solution exceeds 100 grams/litre the solution shall be discarded.

10 PER CENT SULFURIC ACID SOLUTION

13. The basic chemicals are:

- a. Sulphuric acid, technical grade, complying with Specification CAN/CGSB 15-GP-8M
- b. Sodium chloride, technical grade, NSN 6810-21-112-7354
- c. Sodium nitrate, NSN 6810-21-862-8790

- b. la proportion d'acide et d'eau varie selon la concentration de l'acide. Par exemple, un mélange qui possède une concentration de 36 pour 100 d'acide doit être mélangé selon un rapport volumétrique de 3:2 avec de l'eau pour obtenir une solution de 20 pour 100 d'acide hydrochlorique.
- c. ajouter la solution inhibitrice à l'acide selon un rapport volumétrique de 1:500.
- d. initialement, la concentration de l'acide doit être vérifiée avec un hydromètre.

11. Ensuite, l'état de la solution sera vérifié comme suit :

- a. pendant les périodes d'utilisation constante, l'état de la solution doit être vérifié sur une base hebdomadaire.
- b. immédiatement avant la procédure de nettoyage, si la solution n'a pas été utilisée depuis au moins une semaine.
- c. à n'importe quel moment où le personnel de l'installation considère que la solution ne possède pas la concentration nécessaire.

La concentration de l'acide sera vérifiée par le laboratoire du chantier naval (Centre de recherche pour la défense) en utilisant une méthode de titration approuvée.

12. Si la teneur en fer de la solution dépasse 100 g/L la solution sera jetée.

SOLUTION DE 10 POUR 100 D'ACIDE SULFURIQUE

13. Les produits chimiques nécessaires sont :

- a. l'acide sulfurique de qualité technique conforme à la norme CAN/ONGC 15-GP-8M
- b. le chlorure de sodium de qualité technique, NNO 6810-21-112-7354
- c. le nitrate de sodium, NNO 6810-21-862-8790

WARNING

Always add acid to the water to avoid possible injury by splashing.

14. The working solution is to be prepared as follows:

- a. In the treatment tank slowly add the sulfuric acid to water to obtain a solution with a final concentration of 10%. The density of the final solution shall be approximately 1.07 kg/m³ at 15°C.
- b. The proportions of acid and water will vary depending upon the acid concentration. For example, stock mixture that has a 95% acid concentration shall be mixed one part stock mixture and nine parts water, by volume, to obtain an approximately 10% sulfuric acid solution.
- c. To each five litres of the mixed solution add 0.5 kg sodium chloride and 0.25 kg of sodium nitrate as oxidizing agents.
- d. The acid concentration shall be checked by hydrometer for the initial preparation.

15. Subsequent checks shall be made by the titration method by a laboratory at the following intervals:

- a. During periods of continuous use the solution condition shall be checked on a weekly basis.
- b. Immediately prior to commencing a cleaning process if the solution has not been in use for a period exceeding one week.
- c. At any time when the personnel operating the plant considers that the solution may not be at the correct strength.

AVERTISSEMENT

Toujours ajouter l'acide à l'eau pour éviter les éclaboussures et ainsi réduire le risque de blessures.

14. La solution de travail doit être préparée comme suit :

- a. dans le réservoir de traitement, ajouter graduellement de l'acide sulfurique à l'eau afin d'obtenir une solution ayant une concentration de 10 pour 100 d'acide. La densité de la solution finale doit être approximativement 1.07 kg/m³ à 15 °C.
- b. la proportion d'acide et d'eau varie selon la concentration de l'acide. Par exemple, un mélange qui possède une concentration de 95 pour 100 d'acide doit être mélangé selon un rapport volumétrique de 1:9 avec de l'eau pour obtenir une solution de 10 pour 100 d'acide sulfurique.
- c. pour chaque cinq litres de solution mélangée, ajouter 0.5 kg de chlorure de sodium et 0.25 kg de nitrate de sodium comme agent d'oxydation.
- d. initialement, la concentration de l'acide doit être vérifiée avec un hydromètre.

15. Ensuite, l'état de la solution sera vérifié par le laboratoire en utilisant une méthode de titration selon le calendrier suivant :

- a. pendant les périodes d'utilisation constante, l'état de la solution doit être vérifié sur une base hebdomadaire.
- b. immédiatement avant la procédure de nettoyage, si la solution n'a pas été utilisée depuis au moins une semaine.
- c. à n'importe quel moment où le personnel de l'installation considère que la solution ne possède pas la concentration nécessaire.

0.5 PER CENT SODIUM NITRITE SOLUTION

16. The working solution is to be prepared by adding 25 kg of sodium nitrite (NSN 6810-21-880-6712) to each 5000 litres of water and stirring thoroughly. The solution shall be maintained at a pH of 7 to 8.5 by the addition of caustic soda.

AMMONIUM HYDROXIDE SOLUTION

17. The working solution shall be prepared by adding 50 to 100 litres of commercial 0.88 ammonium hydroxide to each 5000 litres of water.

WARNING

Always add ammonia to water to reduce the risk of injury.

SODIUM CARBONATE/CALCIUM HYDROXIDE SOLUTION

18. A sodium carbonate (soda ash) or calcium hydroxide (milk of lime) solutions shall be prepared by adding 70 to 120 kg of either chemical to 5000 litres of water.

NITRIC ACID/HYDROFLUORIC ACID SOLUTION

19. The chemicals required to prepare this solution are:

- a. Nitric acid, technical grade.
- b. Hydrofluoric acid, technical grade.

WARNING

It is important that the acid is always added to the water to avoid possible injury by splashing.

SOLUTION DE 0.5 POUR 100 DE NITRITE DE SODIUM

16. La solution de travail doit être préparée en ajoutant 25 kg de nitrite de sodium (NNO 6810-21-880-6712) à 5000 litres d'eau et en s'assurant de bien mélanger. Le niveau de pH de la solution doit être maintenu entre 7 et 8.5 en ajoutant de la soude caustique.

SOLUTION D'HYDROXYDE D'AMMONIUM

17. La solution de travail doit être préparée en ajoutant 50 à 100 litres d'hydroxyde d'ammonium 0.88 (ammoniaque) à 5000 litres d'eau.

AVERTISSEMENT

Toujours ajouter l'ammoniaque à l'eau pour réduire le risque de blessures.

SOLUTION DE CARBONATE DE SODIUM / D'HYDROXYDE DE CALCIUM

18. Une solution de carbonate de sodium ou d'hydroxyde de calcium (chaux) doit être préparée en ajoutant 70 à 120 kg d'un des deux produits à 5000 litres d'eau.

SOLUTION D'ACIDE NITRIQUE / HYDROFLUORIQUE

19. Les produits chimiques nécessaires sont :

- a. acide nitrique de qualité technique.
- b. acide hydrofluorique de qualité technique.

AVERTISSEMENT

Toujours ajouter l'acide à l'eau pour éviter les éclaboussures et ainsi réduire le risque de blessures.

20. The working solution is to be prepared as follows:

- a. In the treatment tank slowly add nitric acid to obtain a solution with an acid concentration of between 10% and 15%.
- b. To this solution slowly add hydrofluoric acid to obtain an acid concentration of between 1% and 2%.

20. La solution de travail doit être préparée comme suit :

- a. dans le réservoir de traitement, ajouter graduellement de l'acide nitrique à l'eau afin d'obtenir une solution ayant une concentration de 10 à 15 pour 100 d'acide.
- b. ajouter de l'acide hydrofluorique pour obtenir une concentration de 1 à 2 pour 100 d'acide.

ANNEX B**CAPPING AND SEALING OPEN ENDS**

1. Open ends shall be capped or sealed to preserve cleanliness of assemblies during storage, transit or installation. All caps shall have the same grade of cleanliness as the pipes or assemblies to be sealed. Open ends shall remain capped or sealed until immediately before connection.

2. Caps and plugs shall comply with Specification MIL-C-5501 with the following exceptions.

3. Materials conforming to commercial specifications may be used provided they pass the sealing tests specified in paragraphs 5 and 6 and the torque test identified in Specification MIL-C-5501. The use of commercial specifications shall not constitute waiver of inspection.

4. The requirements for durability, repeated assembly test, protection after installation, and drop and sealing tests specified in Specification MIL-C-5501 shall not apply. In lieu thereof, the tests specified in paragraphs 5 and 6 shall apply.

5. Selected samples of caps or plugs shall be wetted with the system or preservation fluid, then used to cap or plug a threaded pipe fitting that is connected to a compressed air supply. The test assembly is pressurised to 0.14 bar (2 psi) and immersed in water or other suitable fluid for between 30 and 60 seconds. While immersed the test fitting shall be torqued as described in Specification MIL-C-5501. The test shall be conducted at room temperature and any leakage shall be cause for rejection.

6. A test assembly, described in paragraph 5, shall be immersed in the test fluid heated to $71^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$ for five minutes. Any leakage shall be cause for rejection.

7. Plastic or synthetic rubber (except butyl) may be used for caps or plugs for systems using petroleum based hydraulic fluid.

ANNEXE B**OBTURATION ET SCELLAGE DES BOUTS OUVERTS**

1. Les bouts ouverts doivent être obturés et scellés afin de maintenir la propreté des ensembles durant l'entreposage, l'acheminement ou l'installation. Tous les capuchons doivent être aussi propres que les tuyaux et les ensembles qui doivent être scellés. Les bouts ouverts doivent rester obturés ou scellés jusqu'au moment du raccordement.

2. Les capuchons et les bouchons doivent être conformes à la spécification MIL-C-5501 sauf pour les exceptions suivantes.

3. Les matériaux conformes aux spécifications commerciales peuvent être utilisés pourvu qu'ils réussissent l'essai d'étanchéité spécifié aux paragraphes 5 et 6 et l'épreuve de couple identifié dans la spécification MIL-C-5501. L'utilisation de spécifications commerciales ne signifie pas une exemption d'inspection.

4. Les exigences de durabilité, de l'essai de montage répétitif, de protection après l'installation, de l'épreuve de chute et de l'épreuve d'étanchéité conformément à la spécification MIL-C-5501 ne s'appliquent pas. À leur place, les essais spécifiés aux paragraphes 5 et 6 s'appliquent.

5. Quelques capuchons et bouchons doivent être mouillés avec le liquide du système ou le liquide de conservation, et ensuite utilisés pour obturer un raccord de tuyau fileté raccordé à une source d'alimentation d'air comprimé. L'ensemble est soumis à une pression d'essai de 0.14 bar (2 psi) et immergé dans l'eau ou un autre liquide convenable pendant 30 à 60 secondes. Pendant que l'ensemble est immergé, le raccord doit être serré tel que décrit dans la spécification MIL-C-5501. L'essai doit être effectué à la température de la pièce. Toute fuite sera un motif de rejet.

6. Un ensemble d'essai, tel que décrit au paragraphe 5, doit être immergé dans le liquide d'essai chauffé à $71^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ pendant cinq minutes. Toute fuite sera un motif de rejet.

7. Des capuchons ou des bouchons de plastique ou de caoutchouc synthétique (sauf le butyle) peuvent être utilisés dans les systèmes utilisant du liquide à base de pétrole.

8. An alternative for threaded and unthreaded pipe ends is to completely cover the ends with sheet plastic or synthetic rubber (except butyl) secured with electrical tape.

9. The above notwithstanding, capping material must be compatible with the all fluids that may come in contact with the sealed pipe or component.

8. Une autre façon de sceller les bouts de tuyaux filetés et non filetés est de recouvrir les deux bouts d'une feuille de plastique ou de caoutchouc synthétique (sauf le butyle) et les fixer avec du ruban isolant.

9. Nonobstant les directives ci-dessus, le matériau d'obturation doit être compatible avec les liquides qui entrent en contact avec le tuyau scellé ou le composant.