

**PROCÉDURE D'INSPECTION DES BOUTEILLES EN ALLIAGE
D' ALUMINIUM UTILISÉES POUR LA PRATIQUE DE LA PLONGÉE
SUBAQUATIQUE À L'AIR OU AUX MELANGES**

1 - INTRODUCTION

Cette procédure est préconisée par la Commission Technique Nationale de la FFESSM à ses Techniciens en Inspection Visuelle. La CTN engage les TIV à la respecter scrupuleusement et principalement pour tout ce qui concerne les aspects "Hygiène, Sécurité et Environnement". Les TIV devront veiller à n'utiliser que des produits respectant l'environnement et à appliquer, en cas de nécessité, les procédures d'évacuation appropriées à ces produits.

On entend par bouteille ALUMINIUM, une bouteille construite en alliage d'aluminium. A l'exception des bouteilles dite « composite » dont les peaux peuvent être en aluminium mais dont l'enroulement filamentaire extérieur en composite ne nous permet pas au vu des spécificités de contrôle à réaliser ce type d'inspection dans le cadre fédéral.

Les bouteilles aluminium peuvent contenir de l'air ou un mélange NITROX ou TRIMIX et dans laquelle, à un moment donné du chargement ou de l'utilisation, le pourcentage de 40 % d'oxygène est dépassé. Les bouteilles d'oxygène pur utilisées pour les paliers sont également concernées. Dans le cas de bouteille concernée par le Service Oxygène nous vous prions d'appliquer en plus de cette procédure la procédure spécifique « PROCEDURE SO » (nous reprendrons les points dans la procédure en l'annotant (SO) pour les spécificités liées au service SO).

La procédure "bouteilles ALUMINIUM" est applicable à partir du 1er janvier 2009 et devra être incluse au programme de formation des TIV.

Le recyclage des TIV formés avant le 1er janvier 2009 n'est pas obligatoire, néanmoins, les Commissions Techniques Régionales sont invitées à inclure la procédure "bouteilles ALUMINIUM" dans le programme de leurs séminaires de recyclage.

2 - LA FABRICATION DES BOUTEILLES DE PLONGÉE EN ALLIAGE D'ALUMINIUM

2.1 - Choix de l'alliage

Autrefois fabriquées en France à partir d'un alliage d'aluminium et de magnésium (A-G5 MO7 ou 5283), les bouteilles souffraient d'une faiblesse en matière de résistance à la corrosion et principalement à la corrosion sous contrainte surtout en milieu chloruré (marin). Ultérieurement, l'alliage de la série 5000 a été remplacé par un alliage aluminium/manganèse/silicium de la série 6000 (A-SGM - 6351), nettement plus résistant en matière de corrosion sous contrainte. Jusqu'en 1988 compris, la société Luxfer a utilisé un alliage de la même série, le 6351. Depuis 1989, les bouteilles sont fabriquées à partir d'un alliage 6061.

Composition standard de l'alliage 6061 (% massique)

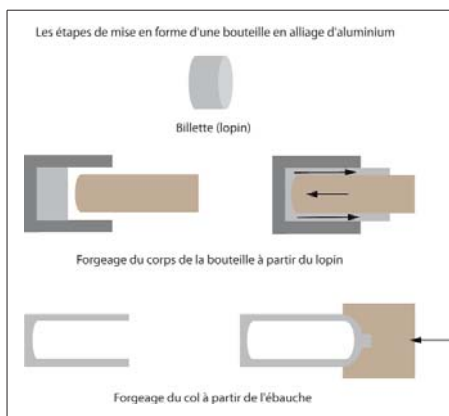
	Al	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Autres
Mini	Compl	0,40		0,15		0,80	0,04			Max 0,05
Maxi	Compl	0,80	0,70	0,40	0,15	1,20	0,35	0,25	0,15	Total 0,15

2.2 - Mise en forme



Barres d'alliage

Les bouteilles de plongée en alliage d'aluminium sont fabriquées à partir d'une billette (lopin), tronçon de métal plein prélevé dans une barre. La billette froide est placée dans une presse et le forgeage se fait en une seule opération. A la sortie, le corps de la bouteille ainsi forgé est à une température relativement élevée. Cette élévation de température est produite par la forte déformation plastique du métal. Dans une deuxième opération, le col est forgé à l'aide d'une presse, en une seule fois.



2.3 - Traitement thermique

Le traitement thermique comprend deux opérations. Après un chauffage aux environs de 500 °C, les bouteilles subissent une trempe, en général à l'eau. A la suite de cette trempe (à l'inverse de l'acier) le matériau est mou et déformable. Il subit ensuite un revenu de maturation à une température de l'ordre de 200 °C, pendant lequel il se produit un phénomène de durcissement qui conduit à ses propriétés finales. Les températures de mise en oeuvre des alliages d'aluminium étant relativement basses, ceux-ci ne supportent pas les élévations de température trop importantes. Les opérations de crackage thermique ou de cuisson des peintures sont donc à proscrire impérativement.

2.4 - Caractéristiques mécaniques indicatives

Limite d'élasticité	Charge de rupture	Allongement à rupture
Re (MPa)	Rm (MPa)	A%
280	320	12,5

La résistance mécanique relativement basse de l'alliage 6061 (environ 1/3 de celle de l'acier 35CD4) explique la nécessité d'avoir recours à des parois plus épaisses que celles des bouteilles en acier. Notons que l'aluminium est plus sensible aux chocs (marques de coups). Par contre, sa résistance à la corrosion est supérieure à celle du 35 CD4 utilisé pour les bouteilles de plongée en acier.

3 - LE RÔLE DU TECHNICIEN EN INSPECTION VISUELLE

Le rôle du Technicien en inspection Visuelle est de réaliser des inspections visuelles périodiques ou avant réépreuve pour constater l'état intérieur et extérieur des bouteilles de plongée réalisées avec les matériaux acier ou aluminium.

Il réalisera cette inspection en appliquant la procédure fédérale spécifique appropriée au type de matériau composant la bouteille et en respectant la réglementation.

Le TIV sera le garant face à la fédération de la bonne réalisation des inspections visuelles par une application rigoureuse de la procédure.

Si un doute venait à subsister suite à une inspection, le TIV devra consulter un autre TIV, et si le doute persiste une requalification de la bouteille devra se faire par un organisme habilité.

Il est rappelé que le TIV doit réaliser l'inspection visuelle d'un ensemble, c'est à dire d'une bouteille et de son robinet associé. Cet ensemble ne doit pas être dissocié en aucun cas, sauf en cas de remplacement de la robinetterie par un robinet du même fabricant et recommandé pour ce type de bouteille. L'ensemble de la procédure mise en place ci-dessous répond au respect des normes NF-EN 14189, NF-EN-ISO 11623 et NF-EN-ISO 13341.

4 - PÉRIODICITÉ DES VISITES ET DES RÉÉPREUVES

Inspections périodiques ou visites (extrait de l'arrêté du 30/03/2005)

L'inspection périodique a lieu aussi souvent que nécessaire, l'intervalle entre deux inspections périodiques ne pouvant dépasser :

- douze mois pour les bouteilles pour appareils respiratoires utilisées pour la plongée subaquatique ainsi que pour les récipients mobiles en matériaux autres que métalliques, sauf si ces derniers font l'objet d'essais de contrôle du vieillissement en service réalisés conformément à un cahier des charges approuvé par le ministre chargé de l'industrie, après avis de la Commission centrale des appareils à pression, auquel cas l'intervalle entre deux inspections périodiques est porté au plus à quarante mois.

Si l'état d'un équipement sous pression le justifie, l'exploitant doit réduire cet intervalle.

Les équipements sous pression mobiles doivent en outre être vérifiés extérieurement avant chaque remplissage.

Requalification périodiques ou réépreuve (extrait de l'arrêté du 30/03/2005)

L'intervalle maximal entre deux requalifications périodiques est fixé à :

- deux ans pour les bouteilles pour appareils respiratoires utilisées pour la plongée subaquatique ainsi que pour les récipients mobiles en matériaux autres que métalliques ;
- cinq ans pour les bouteilles pour appareils respiratoires utilisées pour la plongée subaquatique dont l'inspection périodique a été effectuée au moins annuellement dans les conditions définies par une décision du ministre chargé de l'industrie prise après avis de la Commission centrale des appareils à pression ainsi que pour les récipients mobiles en matériaux autres que métalliques ayant fait l'objet des essais de contrôle du vieillissement...

Commentaire : La requalification périodique réalisée par un organisme habilité comprend une inspection visuelle préalable, une mesure d'épaisseur par ultrasons et un test hydrostatique sous pression (réépreuve).

Pour qu'une bouteille puisse bénéficier du report de 2 ans à 5 ans de l'intervalle entre deux requalifications, elle doit être enregistrée sur le registre du club et avoir subi une inspection visuelle au moins annuelle par un Technicien en Inspection Visuelle. L'intervalle entre deux inspections ne doit pas dépasser 12 mois. Cette inspection doit être enregistrée auprès de la Commission Technique Régionale.

5 - DÉFINITION DE LA NOTION DE SERVICE

Service normal :

L'inspection visuelle de chaque bouteille devrait avoir lieu au moins une fois tous les douze mois, ou à tout moment opportun et en deçà de douze mois.

Certaines bouteilles de plongée nécessitent des inspections visuelles plus fréquentes si le service est défini comme intensif.

Service intensif :

Si la bouteille est utilisée intensivement, elle doit être inspectée tous les quatre mois.

Service intensif signifie qu'une ou plusieurs des conditions suivantes sont présentes:

- Bouteilles qui sont remplies ou "complétées" cinq fois ou plus par semaine;
- Bouteilles de location en cours d'utilisation lors de la "saison" et non utilisées pendant la "hors saison".
- Bouteilles utilisées dans un environnement où elles sont plus susceptibles de subir des dommages plus intenses que dans des conditions normales d'utilisation, ou lorsque l'entretien risque d'être légèrement inférieur aux recommandations.

6 - CONSIGNATION DES CONSTATS SUITE À L'APPLICATION DE LA PROCÉDURE

L'ensemble de la procédure décrite ci-dessous devra être suivie et les constats faits suite à la visite de la bouteille devront être consignés sur la fiche de visite.

La visite devra être déclarée dans le registre des bouteilles du club, et un rapport de visite devra être envoyé à la commission Technique Régionale avec l'avis associé suite à la visite (acceptation ou refus) pour assurer l'enregistrement de la visite auprès de la CTR.

Ainsi le TIV assurera la traçabilité de ses actions.

Déroulement de l'inspection visuelle :

L'inspection visuelle se déroulera de la façon suivante :

- l'enregistrement des caractéristiques de la bouteille,
- l'examen visuel de l'extérieur de la bouteille,
- démontage de la robinetterie et ouverture de la bouteille,
- vérification des filetages,
- l'examen visuel de l'intérieur de la bouteille,
- nettoyage éventuel de l'intérieur,
- remontage de la robinetterie,
- regonflage de la bouteille.

7 - SOIN ET ENTRETIEN

Toujours :

- Vérifier les fuites d'air à chaque remplissage;
- Lire et comprendre l'étiquette de mise en garde
- Conserver les filets et l'intérieur des bouteilles secs et exempts d'huile de saleté et de tout autre contaminant;
- Utiliser un lubrifiant adapté de type Cristolub MCG 111 sur les filetages.
- Remplir les bouteilles avec de l'air sec et propre, ayant été préalablement surfiltré;
- Suivre les recommandations d'inspection ;
- Maintenir en état tous les accessoires pour votre bouteille selon les directives du fabricant (robinet, sangles, mousqueton ... etc.)

8 - RECOMMANDATION POUR LE GONFLAGE ET L'UTILISATION

La vitesse de chargement des bouteilles en aluminium doit être comprise entre 15 et 35 bar/minute

Ne jamais :

- Décharger complètement les bouteilles car cela peut conduire à ce que de l'eau s'infilte à l'intérieur de la bouteille, sauf si vous envisagez de démonter la robinetterie;
- Dépasser la pression d'utilisation lors du gonflage des bouteilles en aluminium;
- Exposer votre bouteille artificiellement à la chaleur;
- Remplir ou partiellement remplir une bouteille avec de l'oxygène pur; si elle n'est pas prévue pour cet usage
- Remplir une bouteille si elle a des fuites;
- Utiliser une bouteille n'ayant pas ses épreuves hydrostatique à jour;
- Utiliser une bouteille qui n'a pas été inspectée visuellement en fonction de leur condition d'utilisation (respect des fréquences d'inspection en fonction du taux d'utilisation)
- Trop serrer le robinet (respecter le couple de serrage);
- De supprimer, de masquer ou de modifier des étiquettes ou les marques;
- Utiliser de lubrifiant avec excès sur le robinet
- Remplir rapidement (plus de 65 bars / minute), votre bouteille de plongée.

Principes directeurs supplémentaires pour l'entretien par les utilisateurs des bouteilles de plongées:

Nettoyage :

- Après une journée d'utilisation, retirez le back pack ou le harnais de la bouteille. Laver soigneusement à l'eau propre (eau douce, pas d'eau de mer) pour enlever les traces de sel, le sable et la saleté.
- Rincer à fond la bouteille, le robinet, le back pack ou le harnais de la totalité du sel, du sable et de la saleté. Sécher tous les composants. Ne pas remonter l'ensemble sans que tous les éléments soient soigneusement séchés.

Le respect de cette procédure de routine prolongera la vie de votre bouteille, et permettra de réduire de manière significative l'apparition de la corrosion.

Stockage :

Pour une courte durée :

- Bien refermer les robinets de la bouteille.

- Laisser une certaine pression dans la bouteille.
- Entreposer la bouteille verticalement, de façon sûre pour éviter qu'elle ne roule, ne bascule ou ne tombe.
- Stocker à température ambiante dans un endroit sec.

Pour une longue période :

- Avant le stockage prolongé, nous vous conseillons de faire visiter votre bloc, après l'avoir soigneusement lavé extérieurement.
- Bien refermer les robinets de la bouteille.
- Laisser une certaine pression dans la bouteille.
- Entreposer la bouteille verticalement, de façon sûre pour éviter qu'elle ne roule, ne bascule ou ne tombe.

Ne jamais stocker la bouteille dans un endroit exposé à une source de chaleur.

Manipulation :

- Les bouteilles ne doivent jamais être traînées, jetées, ni manipulées brusquement.
- Pour le transport de bouteilles, nous vous recommandons de prendre des mesures pour s'assurer que la robinetterie soit bien protégée et que la bouteille soit bien sécurisée.
- Les bouteilles de plongée ne doivent jamais pouvoir rouler ou tomber en cours de transport. Sécuriser les bouteilles dans une position protégée (jamais de robinets vers le bas) afin que les robinets et les bouteilles ne soient pas soumis à des dommages pendant le transport.
- Tenir les bouteilles éloignées des sources de chaleur et d'incendie durant le transport.

Peinture :

- Retoucher les zones endommagées avec une peinture adaptée mais si des dommages graves sont constatés, il faut inspecter visuellement la bouteille avant toute retouche.
- Ne jamais faire chauffer la bouteille afin de préparer ou d'accélérer le séchage de la peinture.
- Ne jamais utiliser de la soude caustique ou de l'acide comme décapants.
- Ne pas faire de décapage thermique, ou de décapage par solvants qui nuiraient à l'environnement ou pourraient poser des problèmes de santé ou de sécurité aux personnels réalisant le traitement, et qui pourrait nuire et endommager la bouteille au niveau de sa structure.

Mise en garde :

Afin d'enlever les peintures présentes sur des bouteilles en aluminium, il est nécessaire de vérifier si le produit de décapage est recommandé pour l'utilisation sur des surfaces en aluminium. Si l'ensemble de la bouteille doit être repeint, contactez un professionnel.

Inspections :

Les bouteilles doivent être périodiquement inspectées conformément à leurs conditions d'utilisation par un TIV expérimenté et formé sur le type de matériaux constituant la bouteille.

En fonction des conditions d'utilisation (voir procédure pour les bouteilles aluminium), les visites doivent être effectuées aussi souvent que nécessaire (arrêté du 15 mars 2000 modifié 2005).

Par exemple la société Luxfer préconise pour ces blocs aluminium les conditions ci-dessous :

- Réaliser une inspection de votre bouteille une fois tous les quatre mois si vous la remplissez celle-ci cinq fois ou plus par semaine ou si vous utilisez votre bouteille dans des conditions où les dommages sont plus probables que dans des conditions normales de plongée, ou si votre bouteille montre des signes de dommages ou de corrosion.

— Donnez votre bouteille à inspecter une fois tous les douze mois, lorsqu'elle est remplie quatre fois par semaine ou moins, et utilisée dans des conditions normales.

Assemblage :

Soyez sûr que tous les composants soient compatibles avec l'aluminium. Par exemple, le robinet doit être chromées ou nickelées et le tube plongeur doit être fait d'un métal (par ex, laiton) recouvert de chrome ou de nickel. Si une bande d'acier inoxydable est utilisé comme cerclage, celui-ci doit être isolé avec un plastique (ou une bande de caoutchouc) adapté pour éviter de tout contact direct avec l'aluminium.

Robinet :

En cas de changement de la robinetterie il est obligatoire de mettre en place un robinet du même modèle provenant du même fabricant, et adapté à la bouteille.

Enlever et installer des robinets selon la procédure fédérale « la révision des robinets pour bouteille de plongée » avril 2006, rédigée par J.P Montagnon et disponible sur le site de la fédération.

Après avoir nettoyé les filetages de la bouteille et du robinet, appliquez un lubrifiant en petite quantité au bord du filetage de la robinetterie. Le lubrifiant va remonter le long des filets de la robinetterie durant son remontage.

Nous recommandons seulement l'utilisation du lubrifiant Cristolub MCG 111 car il est compatible avec les bouteilles, les robinets ainsi que l'oxygène pur. Il est interdit d'ajouter dans la bouteille d'autre graisse ou huile non préconisées. L'utilisation d'un produit gras non adapté est très dangereux, un risque important d'explosion peut survenir lors de l'entrée en contact du lubrifiant avec l'oxygène pur.

AVERTISSEMENT

Les bouteilles devront être visitées immédiatement et impérativement si l'une ou plusieurs des conditions suivantes se produisent.

Si votre bouteille :

- est de provenance incertaine
- présente des traces de chocs
- a été entreposée pendant une longue période sans être utilisée
- a subi une corrosion évidente depuis la dernière inspection visuelle
- montre des signes de dommages (une goudure, entaille, usure, enfoncement, etc.) depuis la dernière inspection visuelle
- a été stockée avec de l'eau, du matériel ou des matières à l'intérieur de la bouteille
- montre des signes d'exposition à une chaleur ou un incendie
- présente une fuite ou est soupçonnée de fuite;
- est soupçonnée de présenter une fissure.

8 - EXAMEN EXTERNE

Examen du marquage de la bouteille :

Il faut enregistrer toutes les informations inscrites sur l'ogive de la bouteille sur la fiche de visite ou formulaire d'inspection visuelle (voir la fiche UC8.5 fiche de visite pour bouteille aluminium (fiche d'inspection))

On relèvera les informations suivantes :

- Le nom du fabricant
- La marque de la bouteille
- Le numéro de la bouteille
- La capacité en litres
- La pression de service
- La pression de réépreuve
- La date de première épreuve
- La date de la dernière épreuve
- Le type de filetage
- L'épaisseur de calcul de la paroi

Pour exemple de marquage on peut consulter les différentes figures de 1 à 5 présentes sur l'annexe A qui définissent des marquages utilisés en Amérique du Nord et en Europe.

AVERTISSEMENT: le marquage des bouteilles de plongée « Luxfer Gas Cylinders » ne comprend pas le signe plus (+). Si un signe plus est trouvé sur le cylindre, contactez le fabricant Luxfer pour confirmer le marquage.

REFORMER :

Toutes les bouteilles qui ont été modifiées au niveau de leur marquage et qui sont illisibles et non identifiables par leur numéro de série.

Ou si la date de première épreuve sous pression hydrostatique est illisible ou non identifiable; de même pour la dernière date d'épreuve hydrostatique, ainsi que pour la valeur de la pression de service ou d'épreuve. (voir défaut de poinçonnage : Tableau des différents critères de refus ou d'acceptation liés aux défauts physiques ou matériels du corps de la bouteille présent en annexe D).

Il est interdit de remettre en service une bouteille qui n'a pas été testée sous pression hydrostatique au cours des cinq dernières années. Il sera nécessaire de réaliser une visite avant réépreuve, de consigner celle-ci sur une fiche de visite, et de faire réaliser une épreuve hydrostatique par un organisme habilité. Il sera nécessaire de faire une visite au retour de réépreuve avant le remontage de l'ensemble de la bouteille.

Examen de la surface extérieure de la bouteille :

Il faut en premier lieu démonter l'ensemble de tous les accessoires présents sur la bouteille (sauf la robinetterie). Il faut démonter les cerclages inox, les bandes de caoutchouc, les filets protecteurs, le culot de protection éventuel et toute protection présente sur la bouteille qui empêcherait toute inspection de tout ou partie de la surface extérieure de la bouteille.

Constat d'une corrosion :

Si une peinture est présente sur la bouteille, vérifier si celle-ci n'est pas cloquée fissurée ou écaillée, ce qui est un signe de présence d'une corrosion.

Il faut gratter la peinture écaillée pour faire apparaître clairement la présence de cette corrosion et pour constater l'étendue de celle-ci.

Une oxydation de l'aluminium apparaît comme blanc rugueux ou décolorée, avec une tâche ou un dépôt croûteux, un dépôt blanc est parfois associé à cette corrosion. C'est la manifestation de la présence d'un oxyde d'aluminium.

Cette oxydation peut avoir deux origines :

- une oxydation classique par contact avec un produit chimique, de l'eau douce ou de l'eau de mer.
- une oxydation galvanique associée au contact avec d'autres métaux comme le cuivre, le laiton ou l'acier inoxydable.

Dans les deux cas, il est nécessaire de vérifier si la corrosion de l'aluminium est superficielle ou en profondeur dans l'épaisseur du métal.

Si on constate que la corrosion affecte la matière en profondeur, il sera nécessaire de réaliser une mesure avec un mini mesureur à ultrasons pour comparer l'épaisseur saine de métal face à l'épaisseur de calcul indiquée sur la bouteille.

Attention l'étalonnage de l'appareil de mesure à ultrasons se fera avec la cale d'étalonnage spécifique aluminium.

REFORMER :

Toutes les bouteilles possédant des traces de corrosions extérieures et qui répondent aux critères de refus présents dans le tableau des différents critères de refus ou d'acceptation liés aux défauts physiques ou matériels du corps de la bouteille présent en annexe D.

Constat d'un choc mécanique ou d'un endommagement de matière :

Par palpation ou détection visuelle, on peut constater la présence de défauts physiques ou matériels sur la surface extérieure.

Ces défauts peuvent apparaître sous forme de :

- Saillie : renflement de la surface de la bouteille, visible à l'œil nu,
- Enfoncement : creux dans la surface de la bouteille n'impliquant ni pénétration, ni enlèvement de métal,
- Entaille / goujure : empreinte nette impliquant un enlèvement ou un déplacement du métal,
- Fissure : fente ou déchirure du métal,
- Décollement : décollement apparaissant à la surface sous forme d'une discontinuité, d'une fissure ou d'une saillie provenant d'un défaut d'origine (repli, feuilletage du métal, recouvrement, incrustation,...) mis en évidence à l'utilisation de la bouteille.

Dès que l'on constate la présence de l'un de ces défauts il faut y associer une caractérisation, une évaluation et une mesure si nécessaire, pour pouvoir établir un jugement aboutissant à une acceptation ou un refus.

La mesure réalisée à l'aide d'un mini mesureur devra toujours être comparée avec la valeur de l'épaisseur de calcul indiquée sur la bouteille, et l'appareil devra être étalonné avec la cale spécifique aluminium.

REFORMER :

Toutes les bouteilles possédant un ou plusieurs de ces défauts énoncés précédemment et qui répondent aux critères de refus présents dans le tableau des différents critères de refus ou d'acceptation liés aux défauts physiques ou matériels du corps de la bouteille présent en annexe D.

Constat d'une anomalie physique lié à une modification non réalisée par le fabricant :

Il est nécessaire de détecter la présence d'une modification physique de la bouteille faite par une tierce personne et non validité réglementairement par le fabricant, du type :

- Appendices,
- Bouchons supplémentaires
- Robinetteries supplémentaires
- Corps étrangers

Toutes modifications physiques qui affectent l'intégrité de la bouteille doivent être détectées et signalées, et il est nécessaire de vérifier si celles-ci ont été réalisées par le fabricant et acceptée par la DRIRE.

REFORMER :

Toutes les bouteilles possédant un ou plusieurs de ces défauts énoncés précédemment et qui répondent aux critères de refus présents dans le tableau des différents critères de refus ou d'acceptation liés aux défauts physiques ou matériels du corps de la bouteille présent en annexe D.

Constat d'un défaut d'aplomb :

Il est nécessaire de détecter la présence d'un mauvais positionnement de la bouteille par rapport à la verticale, ce qui correspond à un défaut d'aplomb visible à l'œil nu.

Ce défaut constaté devra montrer la présence du non parallélisme de deux génératrices diamétralement opposées signalant la présence d'un « ventre ».

Le creux maximum ne devra pas excéder 1% de la hauteur totale de la bouteille (robinetterie non comprise).

La mesure de ce défaut devra être réalisée en utilisant deux réglets métalliques apposés sur les génératrices de la bouteille. Il sera nécessaire de réaliser le tour complet de la bouteille. Une mesure du creux sera réalisée avec un réglet métallique.

Ce défaut est communément appelé « arçage », flambage ou « bananage » d'une bouteille.

La présence de ce défaut dans une proportion inférieure à 1% de la hauteur de la bouteille n'est pas une anomalie et peut être fréquemment rencontrée.

REFORMER :

Toutes les bouteilles possédant ce défaut énoncé précédemment et qui répondent au critère de refus présent dans le tableau des différents critères de refus ou d'acceptation liés aux défauts physiques ou matériels du corps de la bouteille présent en annexe D.

Constat d'une action mécanique extérieure :

Il est nécessaire de détecter toute trace d'action mécanique réalisée par un outil ayant atteint la structure matérielle de la bouteille.

Les atteintes peuvent se matérialiser par :

- trace de meulage,
- tâches suspectes,

Il faut considérer toute trace de défaut mécanique qui ne peut entrer dans le critère entaille/goujure.

REFORMER :

Toutes les bouteilles possédant un ou plusieurs de ces défauts énoncés précédemment et qui répondent aux critères de refus présents dans le tableau des différents critères de refus ou d'acceptation liés aux défauts physiques ou matériels du corps de la bouteille présent en annexe D.

Constat d'une atteinte physique liée à une exposition à la chaleur :

Il est nécessaire de détecter la présence d'endommagements superficiels liés à l'exposition de la bouteille à une source de chaleur.

On entend par exposition à une source de chaleur, une exposition à une température supérieurs à 175°C ou toute exposition à un incendie, c'est-à-dire à une flamme avec contact direct.

Ce type d'élévation de température peut provoquer un endommagement interne à aluminium, et changer ces caractéristiques liées à sa résistance mécanique.

Ces atteintes physiques peuvent se présenter sous les aspects suivants :

- amorçage d'arc de soudure,
- coup de chalumeau,
- dommage dû au feu : échauffement général ou localisé excessif sur une bouteille, mis en évidence par :
 - la brûlure plus ou moins importante du métal,
 - la carbonisation ou la brûlure de la peinture,
 - la déformation de la bouteille.

REFORMER :

Toutes les bouteilles possédant un ou plusieurs de ces défauts énoncés précédemment et qui répondent aux critères de refus présents dans le tableau des différents critères de refus ou d'acceptation liés aux défauts physiques ou matériels du corps de la bouteille présent en annexe D.

Si dès l'examen de la surface extérieure de la bouteille, l'un des critères présentés précédemment impose une réforme de la bouteille, l'inspection visuelle peut prendre fin et la fiche de visite peut être complétée en indiquant clairement la cause de la réforme de la bouteille. Le TIV doit remplir le registre du club et un rapport de visite doit être envoyé à la CTR signalant la réforme de cette bouteille.

Le TIV doit informer le propriétaire de la bouteille de la décision de réforme de celle-ci.

9 - DEMONTAGE DE L'ENSEMBLE BOUTEILLE / ROBINETTERIE ET INSPECTION DE LA ROBINETTERIE

Le TIV doit réaliser le démontage de la robinetterie de la bouteille, pour pouvoir faire l'inspection visuelle de celle-ci ainsi que l'inspection de la surface intérieure de la bouteille.

Pour réaliser le démontage de la robinetterie et l'inspection interne de la bouteille la liste de matériel ci-joint peut être préconisée. Elle est similaire à la liste préconisée pour le service air mais est complétée par quelques éléments spécifiques pour le service oxygène indiqué par l'abréviation SO.

Démontage, inspection, remontage

- jeu de clés plates
- tournevis fendu
- étau équipé de mors doux (plastique ou plomb)
- clé dynamométrique (si possible) avec adaptateur
- marteau + martyr en matériau doux
- dispositif d'éclairage endoscopique en lumière froide à fibres optiques ou source d'éclairage de forte puissance (mise en évidence des défauts de surface plus facile).
- dispositif d'éclairage en lumière ultraviolette (lumière noire) (SO)

- un jeu de bagues et tampons lisses et filetés 25 X 2 ISO (dédié ou non (et) dégraissé en suivant la procédure de nettoyage des robinets indiqué dans la procédure SO (SO))
- source d'air chaud (séchoir à cheveux) ou source d'air comprimé exempt de polluants,

Nettoyage

- source d'eau chaude 50 °C à 60 °C
- évier pour évacuation
- petite brosse en nylon (brosse à dents),
- tonneleuse pour rouler les bouteilles
- bouchon avec pas 25 X 2 ISO
- écouvillon à poils nylon
- gants en latex non talqués (SO)
- bac à ultrasons (si révision complète de la robinetterie)
- entonnoir
- détergents préconisés : (SO) nous vous recommandons les mêmes produits pour les nettoyage de blocs aluminium afin de limiter le nombre de produit utilisé :
- Promoclean TP 108 - AVANTEC
- Lessive Saint Marc

Remarques très importantes :

Cette liste proposée est non exhaustive mais ce matériel doit être impérativement dédié au service oxygène et doit donc être exempt de toute présence de graisse autre que le lubrifiant Cristolub MCG 111 (spécifique pour l'usage service oxygène).

Tous les produits à usage unique doivent être mis au rebut et traités après utilisation.

Il est très fortement recommandé de procéder à un nettoyage régulier avec les détergents préconisés du matériel utilisé pour le service oxygène, même si celui-ci est dédié.

Une contamination par une graisse non adaptée au service oxygène pourrait créer une inflammation et une explosion au contact avec l'oxygène pur.

Démontage de la robinetterie :

Il faut vider la bouteille du gaz sous pression présent dans celle-ci.

Si le gaz présent dans la bouteille est composé majoritairement d'oxygène (taux supérieur à 60%), il est nécessaire de limiter le débit de vidange à 15 à 35 bar/minute. Ainsi les risques d'échauffement de la robinetterie seront limités, et la concentration en oxygène autour de la bouteille ne sera pas trop élevée surtout en cas de risque de la présence d'une flamme ou d'une étincelle qui pourrait entraîner une inflammation ou une explosion.

Lorsque la bouteille est vidée complètement du gaz, démonter la robinetterie à l'aide d'un martyr et d'un marteau.

Pour la procédure de démontage de la robinetterie, de l'inspection et de révision de celle-ci on pourra se reporter à la procédure associée « la révision des robinets pour bouteille de plongée » avril 2006, rédigée par J.P Montagnon et disponible sur le site de la fédération.

Procédure de visite des robinets :

- Démonter le robinet, éliminer toutes les pièces qui ne seront pas réutilisées (joints toriques, filtres, clapets, rondelles)

- À l'aide d'un chiffon, retirer l'excès de graisse sur toutes les pièces qui sont réutilisées. Contrôler également que les pièces chromées ne sont pas endommagées. Elles ne doivent comporter aucune trace de chocs, de rayures ou d'éclats de chrome. Toute pièce endommagée doit impérativement être remplacée.
- Effectuer un pré nettoyage de tous les composants qui seront réutilisés dans une solution aqueuse à 10 % d'acide Orthophosphorique. Cette opération a pour but d'éliminer les dépôts de calcaire ou de sel ainsi que d'éventuelles traces d'oxydation.
- Une fois les pièces pré nettoyées et rincées, procéder à leur inspection et vérifier l'absence de toutes traces de rouille, dépôts calcaire et salin. Contrôler également que le chromage est en parfait état. Ne jamais conserver des composants en mauvais état.
- Placer les pièces dans le panier du bac à ultrasons et immerger les dans la solution aqueuse de détergent neuve et chauffée entre 50 °C et 60 °C.
- Dès que les composants sont dans la solution aqueuse, il est important de se laver soigneusement les mains à l'aide d'une brosse à poils nylon. Cette opération a pour but d'éviter de contaminer les pièces lors des opérations qui seront réalisées après le nettoyage.
- À l'aide d'une petite brosse à poils nylon (brosse à dents), brosser soigneusement tous les filetages. Certaines pièces possèdent des géométries complexes qui nécessitent plus d'attention. Il faut s'assurer que les zones difficiles d'accès sont bien en contact avec la solution aqueuse et que les contaminants ne risquent pas de rester prisonniers.
- Retirer le panier du bac à ultrasons et procéder au rinçage à l'eau claire pendant plusieurs minutes. Puis, placer les pièces dans un bac contenant de l'eau douce chauffée à 50 °C afin de faciliter le séchage et d'éviter la formation de dépôts calcaire. L'utilisation d'eau permutée, utilisée pour les fers à repasser à la vapeur et disponible en grandes surfaces, assure un rinçage sans dépôts de calcaire.
- Retirer les composants un à un du bac de rinçage et les sécher à l'aide d'une source d'air comprimé sec et propre. Si une telle qualité d'air n'est pas disponible, sécher les composants à l'aide d'un séchoir à cheveux.
- Déposer chaque composant séché sur le plan de travail préalablement recouvert d'un tissu propre et non pelucheux ou d'une nappe en papier.
- À l'aide d'un papier-filtre blanc, frotter légèrement les surfaces de chaque composant et inspecter à la fois le papier-filtre et le composant à la lumière blanche. Contrôler l'absence de dépôt, de corrosion, d'éclat de chrome, de bavure, de graisse, d'huile ou toute forme de contamination. En cas de doute, effectuer un nouveau nettoyage comme décrit ci-dessus ou remplacer le composant.
- Contrôler les pièces à l'aide de l'éclairage à lumière ultraviolette. Si des traces de salissures apparaissent, recommencer les opérations de nettoyage. Si des particules de poussière sont visibles, recommencer l'opération de soufflage à l'aide d'air comprimé ou du séchoir à cheveux. (SO)
- Une fois le contrôle effectué, protéger les composants à l'aide d'une feuille de cellophane propre ou placez les dans une boîte hermétique propre.
- Vérifier que le kit de pièces détachées n'a pas été ouvert et que toutes les pièces du kit d'entretien n'ont pas pu être exposées à une forme quelconque de contamination. Ne jamais utiliser des composants qui vous semblent douteux ou des pièces détachées achetées à l'unité. Sinon, procédez à un nettoyage complet de ces pièces. (SO)

— Avant de procéder au remontage, lubrifier les joints toriques à l'aide d'une graisse compatible oxygène (SO), en prenant soin de ne pas polluer la graisse avec des contaminants. Puis, protéger les joints toriques à l'aide d'une feuille de cellophane propre ou placez les dans une boîte hermétique propre. Ne jamais lubrifier avec de la graisse qui semblerait contaminée par des particules.

— À l'aide des outils parfaitement propres, dégraissés et dédiés au montage des équipements "compatibles oxygène", procéder au remontage. Avant et/ou durant le remontage de l'équipement, ne pas hésiter à se laver les mains soigneusement. (SO)

Remarques importantes :

La procédure mentionnée précédemment doit être réalisée avec les conditions du service oxygène, matériel de démontage et de contrôle dédié, produit de nettoyage adapté au service SO, et lubrifiant spécifique compatible avec le service SO.

Si suite à l'inspection de la robinetterie celle-ci doit subir une révision complète avec changement de joint, cela doit être réalisé uniquement avec un kit joint spécifique oxygène vendu par le constructeur de la robinetterie.

Spécificité du revêtement des robinets :

Il est impératif de vérifier le bon état du revêtement de la robinetterie, car tout contact direct entre le cuivre ou le laiton avec l'aluminium risque d'être à l'origine de la création d'une corrosion galvanique. Le filetage de la bouteille sera attaqué par une corrosion en profondeur risquant de détruire celui-ci.

Pour cela la totalité des robinets sont revêtus superficiellement d'une couche de chrome ou de nickel.

Le lubrifiant Cristolub MCG 111 permettra d'éviter la corrosion galvanique.

REFORMER :

Tout robinet où le revêtement n'est pas uniforme et présent sur la totalité du filetage. Toute absence même locale de revêtement devra être la cause de la réforme de la robinetterie.

Tout robinet dont le filetage est endommagé par des traces de chocs ou des déformations anormales, et sur lequel lorsque la bague lisse « n'entre pas » de contrôle entre ou si la bague fileté « n'entre pas » de contrôle entre.

NB : Il est rappelé que la robinetterie est associée à la bouteille de laquelle elle a été démonté et ne peut être remplacée que par une robinetterie adaptée et fournie par le constructeur de la bouteille.

10 - EXAMEN INTERNE

Les bouteilles ALUMINIUM « service oxygène » utilisées dans des conditions normales, ne devraient pas nécessiter de nettoyage lors de la visite annuelle à condition que l'inspection elle-même ne soit pas un vecteur de contamination. Seule une pollution accidentelle peut conduire à la nécessité d'effectuer un nettoyage.

En aucun cas un TIV ne pourra dégraisser une bouteille dans le but de reconditionner une bouteille "Air" en bouteille "mélanges" (SO).

Examen de la surface intérieure de la bouteille

Procédez à l'inspection visuelle de la bouteille, comme s'il s'agissait d'une bouteille acier afin de contrôler l'état interne (niveau de corrosion, crevasses, piqûres, fluides résiduels, etc.).

Cette inspection doit être faite de préférence avec une lumière blanche, ce type de lumière froide procure une meilleure lisibilité qu'une lumière chaude. Une source suffisamment puissante permet une mise en évidence plus facile des défauts présents.

La recherche des défauts de surface présents à l'intérieur de la bouteille sera similaire pour une grande partie à ceux recherchés sur la surface extérieure.

Examen du filetage

Les défauts que l'on doit constater sur les filetages comprennent la perte de métal, des incrustations de matière, de la corrosion, des fissurations et des forçages.

Les filetages peuvent apparaître comme profondément entaillés, des filets cassés, des endommagements de filets par déformation, des filets détruits, et des absences de filets à l'entrée du filetage.

Pour réaliser l'examen du filetage on pourra utiliser une loupe éclairée ainsi qu'un miroir dentaire associé à une source lumineuse pour permettre d'observer avec soin le filetage (voir figure 6 et 7 présentes dans l'annexe C).

On doit rechercher les défauts suivants sur le filetage :

- corrosion forte et profonde
- incrustation de matière
- fissuration des filets
- déformation des filets dus à des forçages

Pour l'ensemble de ces défauts il ne doivent pas être présents l'ensemble de la zone active des filets. Cette zone active est définie comme la totalité de la partie du filetage de la bouteille en contact avec le filetage du robinet.

Il doit être vérifié que le jeu présent au niveau du filetage entre la bouteille et le robinet n'est pas trop important. Pour cela il suffit de dévisser légèrement le robinet et de générer un léger mouvement de rotation du robinet perpendiculairement à l'axe vertical du robinet.

Si celui est trop important vérifier le filetage du robinet comme indiqué dans la procédure d'inspection des robinets, et vérifier le filetage de la bouteille avec le tampon fileté « entre/n'entre pas ».

REFORMER :

Toute bouteille qui présente un ou plusieurs des défauts précédents sur la zone active des filets.

Toute bouteille dans laquelle le tampon fileté « n'entre pas » entre, ou si le tampon « entre » n'entre pas.

Constat de la présence de résidus de matière :

Suite à l'ouverture de la bouteille il est nécessaire de vérifier si des résidus détachés de la bouteille sont présents.

Pour cela il faut retourner la bouteille au dessus d'une feuille de papier blanc et analyser les résidus détachés tombés sur la feuille.

Si les résidus sont de couleur blanchâtre ou grisâtre, cela peut être de l'oxyde d'aluminium ou des particules d'aluminium. Dans les deux cas cela indique une atteinte physique importante de la bouteille, et une attention importante à mettre en œuvre lors de l'inspection.

Si les résidus sont de couleur noirâtre ils sont certainement d'origine extérieure à la bouteille, venant du compresseur par le gonflage, ou introduits lors de la dernière inspection. Dans les deux cas il sera nécessaire de les éliminer, et d'identifier clairement leur origine.

Dès qu'il y a présence de résidus détachés de la bouteille ou collés sur la paroi de la bouteilles et constatés visuellement il est important d'identifier si :

- ils sont secs
- ils sont humides ou gras

Dans les tous les cas il est nécessaire de les éliminer de la bouteille de la façon suivante :

- s'ils sont secs : par soufflage d'air sec à l'intérieur de la bouteille.
- s'ils sont humides :
 - humidité due à la présence d'eau : soufflage d'un air sec et chaud (soufflage d'un air sec à gros débit pour évacuer, puis soufflage d'un air chaud par un sèche cheveux pour le séchage).
 - humidité grasse (issue de la présence d'un lubrifiant) : soufflage d'un air sec pour l'élimination des résidus présents dans la bouteille, puis nettoyage intérieur de la surface par la procédure décrite par la suite dans la partie nettoyage.

L'élimination des résidus et le nettoyage éventuel sont impératifs pour pouvoir procéder à une observation visuelle dans des conditions correctes.

Examen de la surface interne lisse de la bouteille

Les défauts recherchés se feront sur la zone lisse de la bouteille, c'est-à-dire l'ogive, la partie cylindrique et le fond.

Ces défauts de surface seront similaires en grande partie à ceux présents sur la surface extérieure, et répondront aux mêmes critères de refus ou d'acceptation.

Il sera nécessaire d'apporter une grande attention à l'observation car dans ce cas la proximité et les différents angles d'observation sont impossibles ainsi que la palpation.

L'utilisation de miroir dentaire, et de lumière blanche « dite froide » de type endoscopique sont nécessaires.

Il est conseillé de réaliser les premières visites intérieures en association avec plusieurs TIV pour confronter les avis et ainsi caractériser correctement les défauts observés.

Constat d'une corrosion

Une oxydation de l'aluminium apparaît comme blanc rugueux ou décolorée, avec une tâche ou un dépôt croûteux, un dépôt blanc est parfois associé à cette corrosion. C'est la manifestation de la présence d'un oxyde d'aluminium.

L'origine de cette oxydation peut avoir deux origines :

- une oxydation classique par contact avec un produit chimique, de l'eau douce ou de l'eau de mer.
- une oxydation galvanique associée au contact avec d'autres métaux comme le cuivre, le laiton ou l'acier inoxydable.

Dans les deux cas il est nécessaire de constater si la corrosion de l'aluminium est superficielle ou en profondeur dans l'épaisseur du métal.

Si le constat est que la corrosion présente atteint la matière dans sa profondeur, il sera nécessaire de réaliser une mesure avec un mini mesureur à ultrasons pour comparer l'épaisseur saine de métal face à l'épaisseur de calcul indiquée sur la bouteille.

Attention l'étalonnage de l'appareil de mesure à ultrasons se fera avec la cale d'étalonnage spécifique aluminium.

Pour le constat d'une corrosion il sera nécessaire d'identifier si celle-ci est généralisée, localisée ou en ligne. La caractérisation de ces corrosions est décrite dans le tableau des différents critères de refus ou d'acceptation liés aux défauts physiques ou matériels du corps de la bouteille présent en annexe D.

REFORMER :

Toutes les bouteilles possédant des traces de corrosions intérieures et qui répondent aux critères de refus présents dans le tableau des différents critères de refus ou d'acceptation liés aux défauts physiques ou matériels du corps de la bouteille présent en annexe D.

Constat d'un choc mécanique ou d'un endommagement de matière

Par détection visuelle, on peut constater la présence de défauts physiques ou matériels sur la surface intérieure.

Ces défauts peuvent apparaître sous forme de :

- Saillie : renflement visible à l'oeil nu de la surface de la bouteille,
- Enfoncement : creux dans la surface de la bouteille n'impliquant ni pénétration, ni enlèvement de métal,
- Entaille / goujure : empreinte nette impliquant un enlèvement ou un déplacement du métal,
- Fissure : fente ou déchirure du métal,
- Décollement : décollement apparaissant à la surface sous forme d'une discontinuité, d'une fissure ou d'une saillie provenant d'un défaut d'origine (repli, feuillette du métal, recouvrement, incrustation,...) mis en évidence à l'utilisation de la bouteille.

Dès le constat de l'un de ces défauts il faut y associer une caractérisation, une évaluation et une mesure si nécessaire, pour pouvoir établir un jugement aboutissant à une acceptation ou un refus.

La mesure réalisée à l'aide d'un mini mesureur devra toujours être comparée avec la valeur de l'épaisseur de calcul indiquée sur la bouteille, et l'appareil devra être étalonné avec la cale spécifique aluminium.

REFORMER :

Toutes les bouteilles possédant un ou plusieurs de ces défauts énoncés précédemment et qui répondent aux critères de refus présents dans le tableau des différents critères de refus ou d'acceptation liés aux défauts physiques ou matériels du corps de la bouteille présent en annexe D.

Si dès l'examen de la surface intérieure de la bouteille, l'un des critères présentés précédemment impose une réforme de la bouteille, l'inspection visuelle peut prendre fin et la fiche de visite peut être complétée en indiquant clairement la cause de la réforme de la bouteille. Il doit remplir le registre du club et un rapport de visite doit être envoyé à la CTR signalant la réforme de cette bouteille.

Le TIV doit informer le propriétaire de la bouteille de la décision de réforme de celle-ci.

11 - NETTOYAGE DE LA BOUTEILLE

Si des résidus gras ou des traces de graisses sont présents à l'intérieur de la bouteille, il est impératif de procéder à un nettoyage ayant pour objectif d'éliminer toutes traces de graisse.

La détection de traces de graisses peut se faire visuellement grâce à une lumière blanche en constatant des taches ayant reflets brillants ou en cas de doute un contrôle avec une lumière ultraviolette (dite noire) d'une longueur d'onde d'environ 370 nanomètres. Les taches de graisse présentent une fluorescence sous un rayonnement ultraviolet.

Une graisse incompatible avec l'oxygène risque d'être à l'origine d'inflammation ou d'explosion de la bouteille pouvant être la cause de blessures graves ou mortelles.

Le nettoyage de la bouteille devra se faire en respectant la procédure service oxygène (SO) et en utilisant les produits de nettoyage prescrits :

- Promoclean TP 108 - AVANTEC
- Lessive Saint Marc

Procédure de nettoyage (extrait de la procédure SO)

- À l'aide d'un chiffon propre, enlever le surplus de graisse du filetage de la bouteille.
- Appliquer la solution aqueuse de détergent sur le filetage de la bouteille. À l'aide d'une brosse à poils nylon, imbibée de solution aqueuse, nettoyer correctement le filetage.
- Remplir 1/3 du volume de la bouteille avec la solution aqueuse de détergent diluée dans les bonnes proportions et chauffée entre 50 °C et 60 °C. À l'aide d'un bouchon, fermer la bouteille puis roulez-la énergiquement pendant 10 à 20 minutes.
- Enlever le bouchon et à l'aide d'un écouvillon à poils nylon, frotter la paroi interne de la bouteille.
- Vider le contenu de la bouteille et vérifier l'aspect de la solution aqueuse. Elle ne doit pas contenir de particules d'oxydes en suspension. Si elle en contient, la bouteille ne devra pas être utilisée.
- Rincer plusieurs fois de suite la bouteille avec de l'eau douce jusqu'à ce que toutes les traces de solution aqueuse aient disparu.
- Remplir immédiatement 1/3 du volume de la bouteille avec de l'eau chauffée à 50 °C. À l'aide d'un bouchon, fermer la bouteille puis roulez la énergiquement pendant 5 à 10 minutes.
- Renouveler l'opération de rinçage à l'eau chaude.
- Vider le contenu de la bouteille et vérifier l'aspect de l'eau. Elle ne doit contenir ni particules en suspension ni traces de solution aqueuse (mousse). Sinon, recommencer la procédure précédente jusqu'à ce qu'elle soit parfaitement claire.
- Basculer la bouteille goulot en bas afin de la vider et de l'égoutter. Souffler l'intérieur avec une source d'air comprimé sec et propre (pas de trace d'huile). Si une telle qualité d'air n'est pas disponible, il est possible d'utiliser un séchoir à cheveux (à air chaud) muni d'un tuyau qui remonte dans la bouteille. À noter qu'il est inutile d'avoir recours à un très grand débit d'air, la simple circulation suffit à évacuer l'humidité.

Contrôle suite au nettoyage

Le contrôle est l'opération la plus délicate de la procédure d'inspection visuelle car elle fait appel à l'interprétation du technicien. Elle comprend au moins un contrôle en lumière blanche et en cas de doute un contrôle en lumière ultraviolette d'une longueur d'onde d'environ 370 nanomètres. La lumière ultraviolette entraîne la fluorescence de la plupart des huiles et des graisses. On trouve dans le commerce des petits tubes au néon qui peuvent servir à la confection de ce dispositif d'éclairage.

Voir ci-dessus les particularités

— À l'aide du dispositif d'éclairage en lumière blanche, procéder à l'inspection visuelle de la bouteille afin de s'assurer de son parfait état interne, de l'absence d'humidité et de résidus (huile, graisse, rouille, dépôts, poussière, agent de nettoyage...).

— Faire l'obscurité dans l'atelier. Pour parfaire le contrôle, Procéder à l'inspection à l'aide d'une source de lumière ultraviolette placée à une distance de 10 cm environ de la paroi à examiner.

— Si le robinet n'est pas remonté immédiatement sur la bouteille, fermer la bouteille à l'aide d'un bouchon propre pour protéger l'intérieur de toute forme de contamination.

NB : la visibilité des traces d'huile peut aussi être faite sur les eaux de rinçage : tant que des traces sont présentes en surface à la lumière noire, il sera nécessaire de reprendre la procédure de nettoyage.

Remarques

L'utilisation d'acide ou de solvant chimique pour le traitement des bouteilles n'est pas recommandée. Leurs résidus sont tenaces même sur une surface lisse.

Rejet à l'égout des produits de nettoyage usagés

Le rejet à l'égout des produits usagés doit se faire dans le respect des normes et des règlements liés à l'environnement. Consultez les notices des fabricants des produits que vous utilisez.

L'acide orthophosphorique utilisé pour le détartrage des pièces de robinets doit être neutralisé par une base (soude diluée ou ammoniacale) et contrôlé à l'aide d'un papier pH.

Contrôle du pH à l'aide du papier pH

— Tremper un morceau de papier pH à l'aide d'une pince, ou avec des gants en latex, dans la solution à tester,

— comparer sa couleur avec la gamme de couleurs présente sur la boîte qui contient le papier pH,

— pH < 7 : la solution est acide, ajouter une solution basique (soude ou ammoniacale en solution)

— pH = 7 : la solution est neutralisée

— pH > 7 : la solution est basique, vous avez versé trop de solution basique, ajouter un peu de solution d'acide orthophosphorique. Contrôler à nouveau le pH.

Quand la solution à éliminer est neutralisée (pH = 7), vous pouvez la rejeter à l'égout en faisant couler l'eau abondamment.

12 - REMONTAGE DE L'ENSEMBLE BOUTEILLE/ROBINETTERIE ET DES ACCESSOIRES

Il est obligatoire de remonter le robinet associé à la bouteille ou celui similaire recommandé par le constructeur de la bouteille en cas de changement.

Remontage de la robinetterie

— Avant de remonter le robinet sur la bouteille, graisser légèrement la portée du joint avec de la graisse compatible “oxygène” (ex : Christo-Lube® ou autre). (SO) (Autre graisse si pas en service oxygène)

— Graisser le joint torique ainsi que les filets du robinet avec de la graisse compatible “oxygène” (Christo-Lube® ou autre). Mettre en place le joint torique et visser le robinet sur la bouteille. À l'aide d'une clé appropriée et parfaitement propre, dégraissée et dédiée au montage des équipements “Service Oxygène”, bloquer le robinet avec un couple de serrage de 20 N.m. (SO) (Autre graisse si pas en service oxygène et clé pas obligatoirement dégraissée)

Remarques

Ne jamais remettre en circulation une bouteille qui ne semble pas en parfait état. En cas de doute, consulter une entreprise spécialisée.

Remontage des accessoires de la bouteille

— À l'aide des outils parfaitement propres, dégraissés et dédiés au montage des équipements “compatibles oxygène”, procéder au remontage. Avant et/ou durant le remontage de l'équipement, ne pas hésiter à se laver les mains soigneusement. (SO)

Remarques et conseils :

Il est extrêmement important de veiller lors du remontage des accessoires (principalement des cerclages) de ne pas endommager la peinture au risque de mettre en contact direct le cerclage en inox avec l'aluminium composant la bouteille. Une corrosion galvanique risquerait de se créer.

Il est important d'éviter tout contact direct entre un matériau métallique et l'aluminium de la bouteille, une corrosion galvanique pourrait se créer et être accentuée par contact avec l'eau de mer, il est fortement recommandé de mettre en place des bandes de caoutchouc entre le cerclage et la bouteille.

Ce phénomène de corrosion peut être très rapide et pour assurer la longévité d'une bouteille en aluminium il est recommandé de bien rincer celle-ci à l'eau douce après chaque plongée.

Il est important de limiter le serrage des cerclages inox sur la bouteille, l'aluminium est un matériau qui se déforme plus facilement que l'acier, la bande de caoutchouc assure une bonne adhérence par frottement et un serrage modéré est suffisant, sinon un risque de déformation de la bouteille peut être créé.

Toute peinture écaillée ou fissurée apporte un risque important de corrosion par le fait de la présence d'eau de mer infiltrée entre la peinture et l'aluminium de la bouteille. Il est nécessaire d'opérer à l'enlèvement de l'oxydation superficielle et de réaliser une retouche de peinture.

13 - PRECAUTION DE GONFLAGE DE LA BOUTEILLE

Les bouteilles de plongée en aluminium peuvent être remplies et réutilisées pendant de nombreuses années. La bouteille de plongée doit être sujette à des soins et à un entretien attentifs.

Cela passe aussi par une attention lors du gonflage de celle-ci.

Il faut éviter les chocs lors des manipulations des bouteilles, c'est-à-dire lors du gonflage et du chargement sur les embarcations. L'aluminium est un matériau « tendre » il est donc plus facilement déformable.

Une élévation de température trop importante (supérieur à 175°C) peut endommager le matériau au niveau de sa structure, il faut donc l'éviter.

Un gonflage trop rapide de la bouteille provoque une élévation importante, et cela se répète façon cyclique plus ou moins fréquente selon le taux d'utilisation de la bouteille.

Il est recommandé de ne pas remplir trop rapidement la bouteille, il faut éviter d'atteindre la valeur de 65 bar/mn ou plus.

Un taux de remplissage de 15 à 35 bar/minute est recommandé.

Suite au premier remplissage de la bouteille, il est important de vérifier s'il n'y a pas de présence de fuite au niveau de la robinetterie.

14 - ANNEXES

ANNEXE A : GLOSSAIRE Plus de références et d'information : « LUXFER'S SCUBA CYLINDER VISUAL INSPECTION GUIDE » ET « LUXFER'S SCBA CYLINDER VISUAL INSPECTION GUIDE » VOLUME TWO: 1988 - PRESENT Par luxfer's scuba cylinder

« Condition d'exécution des visites de bouteilles mobiles forgées »
Par l'ASAP

Ces termes sont définis et décrits comme se rapportant aux bouteilles de plongée en aluminium à haute pression.

Acceptable avec la mention: Une classe de la bouteille qui est apte au service à la suite de la procédure d'inspection visuelle mais qui présente certaines imperfections (s). Ce cylindre exigera des inspections plus fréquentes pour surveiller ces imperfections (s). Le propriétaire d'une bouteille ainsi classée devra être informé quand il sera nécessaire de la réformer et sensibilisé sur les causes probables qui ont conduit au classement de la bouteille dans cette catégorie.

Alliages d'aluminium: les bouteilles de plongée fabriquées à partir d'aluminium sont effectivement produites par addition d'autres éléments à l'aluminium. Ces mélanges sont appelés alliages. La nuance d'alliage 6351 a été utilisée par Luxfer jusqu'à l'année 1988 comprise. Depuis 1989, Luxfer utilise la nuance d'alliage 6061. Quelle que soit la nuance d'alliage utilisée par luxfer pour la fabrication des bouteilles, les procédures d'inspections visuelles et de requalification sont applicables et identiques.

Base: Le fond plat de la bouteille. Voir la Figure 11.

Arc: un cylindre présentant une courbe caractéristique. D'un côté, la bouteille peut paraître en saillie, comme dans PHOTO 18. De l'autre côté, la bouteille peut sembler avoir une dépression, comme à la FIGURE 11. Défaut également connu sous le nom de «banane».

Corrosion généralisée: corrosion générale, le plus souvent irrégulières, qui affecte une assez grande région et qui peut causer des risques d'accident. Ce type de corrosion peut présenter également des piqûres qu'il est difficile de détecter.

Saillie: surépaisseur de métal qu'il est facile de voir en utilisant un réglet. Voir la Figure 10.

Condamner: Pour supprimer le service et de rendre la bouteille impropre à une utilisation future. La procédure d'inspection LUXFER indique dans la section 8C la procédure pour rendre inutilisable une bouteille. Cette procédure n'est pas réglementaire en France.

Filetage continu: filetage ininterrompu avec un filet net et sans imperfections.

Corrosion : Par simple oxydation de l'aluminium ou par corrosion galvanique. Les produits chimiques, l'eau ou l'eau de mer peuvent produire de la corrosion si la bouteille n'est pas maintenue propre et sèche, ou pris en charge correctement. La corrosion causée par galvanisation vient souvent du couplage de la bouteille avec d'autres métaux. Le cuivre, le laiton ou l'acier inoxydable sont des sources importantes de corrosion galvanique s'il sont mis en contact avec l'aluminium.

La plupart des robinets sont en laiton plaqué avec un métal inerte (par exemple, le chrome ou nickel). En revanche, si le placage est rompu ou discontinu, la partie en laiton en contact avec de l'aluminium peut causer la corrosion galvanique de l'aluminium. Ce type de corrosion galvanique survient principalement autour de la robinetterie, mais peut se répandre dans l'intérieur du cylindre.

Le couplage avec l'acier inoxydable peut se produire lorsque les accessoires (boucles de sangles, cerclages) entrent en contact avec des parties non protégées de la surface de la bouteille. Ce couplage est source d'une corrosion de type galvanique qui peut engendrer un endommagement important pouvant conduire à des fuites voire des ruptures.

Les produits de corrosion de l'aluminium ont un aspect blanc et rugueux, et forment une croûte à la surface de l'aluminium. L'évaluation de la perte en épaisseur due à la corrosion est une partie importante de la procédure d'inspection visuelle qui peut conduire dans les cas les plus graves à rebouter les appareils atteints d'une corrosion inacceptable.

Crack (fissure): rupture (le plus souvent en dents de scie) dans le métal ayant souvent l'aspect d'une fine fissure qui peut causer des fuites si elle s'est propagée en service. La détection de la présence de fissures est une fonction importante de la procédure d'inspection visuelle. Toute bouteille présentant une fissure doit être retirée du service.

Croix fils: Quand la zone de filetage semble avoir deux séries différentes de filetages.

Il peut être causé par l'installation d'un mauvais robinet (robinet dont le pas de filetage ne correspond pas aux filetages de la bouteille) ou par une robinetterie mal remontée. Un robinet mal inséré et/ou mal vissé dans la bouteille peut « couper » les filetages de la bouteille. Les filetages ne sont pas tous actifs, mais l'ensemble doit être en bon état.

L'inspection visuelle doit prendre en compte les filetages de la bouteille et des robinets.

Ogive : Le dôme de la partie supérieure de la bouteille qui inclut la distance entre le haut et l'endroit où commence le flanc. L'aluminium dans ce domaine est plus épais que dans le flanc. Voir FIGURE 5.

Coupure : Une incision ou entaille associée à une perte de l'épaisseur de la paroi, le plus souvent faite par un objet pointu.

Bouteille : Fût fabriqué par Luxfer Gas Cylinders pour contenir l'air sous haute pression, pour l'utilisation sous l'eau comme appareil respiratoire. La bouteille ne comprend que le fût ne comprend pas les accessoires.

Entaille: Imperfection du cylindre causé par un objet émoussé, de telle manière que la paroi ne souffre aucune perte de métal, mais montre une indentation. Une entaille inférieure à 0,16 mm () de profondeur peut être tolérée lorsque la longueur de l'entaille est inférieure ou égale à 5,08 cm.

Une entaille aiguë affaiblit le métal plus dangereusement qu'une entaille de grand rayon. Une entaille aiguë produit une concentration de contraintes pouvant s'avérer dangereuse. C'est pourquoi, la présence d'une entaille aiguë est un motif de réforme de la bouteille alors qu'un défaut de plus grand diamètre ne l'est pas.

La mesure de l'angle n'est pas facile, aussi, les critères de rebut pour les bouteilles bosselées est basée sur ce que vous pouvez facilement mesurer: la profondeur de l'entaille et le diamètre de l'entaille.

Les critères de refus sont : entaille de plus de 0,16 mm de profondeur; les bouteilles seront également rebutées quelle que soit la profondeur de l'entaille si celle-ci présente une longueur supérieure à 5,08 cm. Voir PHOTO 1.

Les goujures (digs) : une imperfection associée à une perte de l'épaisseur de paroi (perte) en général causée par un objet tranchant, laissant apparaître une rainure large.

DOT : Ministère des Transports. USA Agence fédérale réglementant le commerce interétatique aux États-Unis d'Amérique. Les utilisateurs de ce document doivent être conscients que d'autres pays peuvent avoir des réglementations semblables ou différentes de celles formulées par le DOT. Pour l'utilisation en dehors des États-Unis, l'inspecteur doit être conscient que c'est la réglementation du pays d'utilisation qui est applicable (utilisation, entretien, inspections, requalifications, certifications). Voir à l'annexe F.

Col : partie haute de la bouteille, qui comprend le filetage Voir FIGURE 5.

Remplissage rapide : Une bouteille de plongée Luxfer en aluminium à haute pression ne doit jamais être remplie rapidement. Nous vous recommandons des vitesses de remplissage pour les bouteilles de plongée, entre 300 à 600 psig par minute soit 20 à 40 bars par minutes. Un remplissage rapide intervient quand la vitesse de remplissage est supérieure à 1000 psi par minute ou plus soit 69 bars par minutes.

Pli : Le lieu où deux zones de métaux se réunissent, de manière à créer une jonction.

Sillon : Le pli du sillon, sera toujours le long de la bouteille et, en général, dans la zone de l'ogive. Voir FIGURE 8 et PHOTOS 14 et 15. Comparez cela au repli.

Fiche de constat d'inspection visuelle : fiche d'enregistrement et de consignation des constats lors de la visite de la bouteille. Elle permet l'information des propriétaires, porte la date de contrôle, le nom de l'inspecteur et les conclusions du contrôle.

Filet plein : un filet qui est continu pendant un tour complet (360 °) autour du col, sans fissures, entailles, distorsions ou interruption du filet.

Écorchure : une imperfection dans la surface du métal y compris griffe, les petites rainures, ou les soulèvements de métal. Généralement, les écorchures des bouteilles de plongée sont dans la zone des filetages. Voir filetage pour des informations plus détaillées.

Corrosion galvanique : corrosion causée par l'action d'un courant électrique. L'apparition de ce courant électrique peut être causée par la présence de produits chimiques ou par un couplage entre différents métaux.

Pour les bouteilles de plongée, cette corrosion est souvent causée par un couplage entre l'aluminium et le cuivre (et alliages de cuivre, à l'instar du Laiton), ou entre de l'aluminium et l'acier inoxydable des accessoires. Le laiton des robinets doivent être correctement recouvert d'un revêtement métallique protecteur qui ne crée pas de courant galvanique (par exemple, le chrome et le nickel).

Il faut éviter tout contact entre l'acier non isolé des accessoires (sangles, des cerclages, etc.) et l'aluminium. Voir la corrosion.

Rainure : creux profond dans le métal causée par un objet tranchant. Voir PHOTO 2.

Spécification Gouvernementale : liste des exigences du gouvernement pour une bouteille qui est habituellement inclus dans le marquage d'une bouteille ou sur une étiquette de bouteille. Chaque pays peut avoir ses propres spécifications. Dans les U.S.A., le gouvernement à donner des spécifications pour les bouteilles en aluminium de plongée peut être «DOT-3AL" par exemple, Ou "DOT-E6498." Voir CHIFFRES 1 - 4 pour les Etats-Unis exemples.

Conditions dangereuses de service : Bouteilles utilisées dans des conditions sévères ou lorsque les soins et l'entretien de la bouteille sont mauvais (voir NOTE 4), ou pour les bouteilles dont les conditions de service sont inhabituelles ou dangereuses. Ces bouteilles doivent être inspectés une fois par mois.

Effets de la chaleur sur les bouteilles en aluminium : Les propriétés mécaniques des alliages métalliques baissent lorsqu'ils sont soumis à des élévations de températures : exposition au feu, arc électrique, fours ou toute autre source de chaleur. Leur résistance sera donc amoindrie par une exposition à la chaleur.

Les bouteilles en alliage d'aluminium qui ont été exposées à une source de chaleur supérieure à 350 °F, soit 175 °C sont devenues dangereuses et doivent retirées du service. Si vous soupçonnez une bouteille d'avoir été chauffée à des températures comprises entre 265 °F (130 ° C) et 350 ° F (175 ° C), celle ci doit être présentée à la requalification avant une nouvelle utilisation. À aucun moment, une bouteille doit être chauffée à afin de réparer ou d'enlever la peinture. Voir PHOTO 13.

Conditions sévères de service : Il s'agit des bouteilles remplies ou "complétées" cinq fois ou plus par semaine comme les bouteilles de location en service au cours de la saison et hors saison. Ces bouteilles doivent être inspectées au moins une fois tous les quatre mois.

Bouteille de plongée : terme utilisé dans le présent guide pour désigner les bouteilles de plongée fabriquées par Luxfer Gas Cylinders et susceptibles supporter des pressions supérieures à 1800 psig (125 bars). Les autres autorités et l'industrie peuvent définir comme critères de «haute pression» des pressions de service supérieures à 500 psig (35 bars).

Essai de pression hydrostatique : Mise en pression à l'eau au moyen d'une pompe hydraulique (épreuve)

Pour les Etats-Unis (Département of Transportation (DOT)), il faut que ce test (appelé épreuve) soit fait sur chaque cylindre, tous les cinq ans par un test hydrostatique, dûment autorisé par la recherche et les programmes spéciaux de l'administration. Voir NOTE 1 et ANNEXE F.

Date des épreuves Hydrostatiques : date, comprenant le mois et l'année, à laquelle il a été procédé au test d'épreuve hydraulique. Une bouteille doit porter la date de l'épreuve initiale, puis les dates des réépreuves effectuées tous les cinq ans ou à des intervalles plus courts si nécessaire. Voir NOTE 1 et ANNEXE F.

Imperfection : terme utilisé dans ce guide pour définir toute anomalie visuelle dans le cylindre (y compris dans les zones des filetages). Cela inclut la corrosion, les dommages (coupures, entailles, goujures, rainures, égratignures, bosses, etc.), les fissures, renflements, arc, plis, enfoncements, saillies, etc. Toutes les imperfections ne sont pas des pertes d'épaisseur et ne posent pas nécessairement un problème de sécurité pour la bouteille de plongée.

Chaque imperfection qui peut poser un problème de sécurité pour la bouteille de plongée est examinée dans le Guide, qui identifie les limites acceptables qui peuvent être mesurées ou estimées (par exemple, des piqûres), ou condamnables (par exemple, un fissure dans le filetage).

Piqûres de corrosion isolées : la corrosion par piqûres, lorsque le trou est seul ou éloigné des autres piqûres de corrosion. Voir PHOTOS 11 et 12.

Corrosion en ligne : piqûres de corrosion le long d'une ligne. Lorsque les cratères sont si proches qu'ils sont jointifs, ou séparés d'une courte distance, ils apparaissent sous forme d'un seul groupe de corrosion le long ligne étroite ou large. Cette apparence est appelée corrosion en ligne. Les bouteilles remplies avec de l'eau ou de l'eau de mer, puis stockées conchées présentent souvent des lignes de corrosion là où l'eau a stagné. La corrosion en ligne peut parfois survenir lorsque les bouteilles tampons contiennent de l'humidité. La corrosion en ligne est particulièrement préjudiciable à la sécurité d'un cylindre en aluminium. Suivez attentivement les directives de réforme de telles bouteilles. Les soins et l'entretien permettront d'éviter la corrosion ligne.

Marques : Les mots, lettres, chiffres et symboles d'aluminium estampé dans le cylindre.

Il s'agit des marques de fabrication comprennent l'identification de la bouteille (date de fabrication, date de première épreuve hydrostatique, le type de bouteille, pression de service [en PSI ou au bar, ou les deux, le numéro de série, etc.]).

D'autres marques comprennent les épreuves hydrostatique date (s) et les marques d'être autorisées par le DOT. Voir FIGURES 1 - 4.

Perte matérielle (traduit par perte d'épaisseur): L'élimination de l'aluminium dû à la corrosion ou à des mauvais traitements physiques. La perte de matériau (aluminium) à partir de n'importe quelle partie de la bouteille est l'une des plus importantes préoccupations de sécurité pour les bouteilles. C'est la principale raison qui justifie la régularité et l'intervalle entre les inspections visuelles. C'est la raison principale de la mise au rebut des bouteilles de plongée.

Les pertes matérielles peuvent également se produire lorsque les propriétaires (avec de bonnes intentions) ont essayé de sabler la bouteille, par projection de produits abrasifs pour redonner à la surface de l'aluminium l'aspect brillant. Ces techniques ne sont pas recommandées car ces traitements de surface peuvent entraîner une perte matérielle (perte d'épaisseur) suffisante pour causer des fuites et la rupture. Voir PHOTO 2.

Alliages de métaux : au cours des années, les mélanges de métaux différents ont été utilisés pour la fabrication des bouteilles de plongée. Ces mélanges de métaux sont appelés alliages. Différents alliages d'acier et d'aluminium ont été utilisés par de nombreux fabricants différents. En général, quand on considère un "alliage d'aluminium" le principal constituant est l'aluminium. Voir les alliages d'aluminium.

Distorsions du métal: au cours du processus de fabrication, certaines bouteilles peuvent être le résultat d'un écoulement non homogène de l'aluminium, ce qui provoque des différences de sections, des zones de formation des crêtes, des replis, des plis, et écarts par rapport à l'épaisseur normale. Ces défauts de fabrication peuvent généralement être qualifiés de distorsion de métal. Voir PHOTOS 3, 14, 15, 16 et 17. Voir pli, Imperfection, et repli.

Goulot : La partie supérieure de la couronne, contenant le filetage, le col et le joint torique. Voir FIGURE 6.

Service normal : Une bouteille de plongée utilisée dans des conditions normales de service en vertu de la notion de conditions moyennes de plongée, bien soignée, manipulée avec précaution et entretenu conformément aux directives NOTE 4. Ces bouteilles ne sont pas soumises à un usage fréquent (plus de quatre remplissages par semaine) et ne sont pas sujetes à des conditions susceptibles de les endommager (par exemple, la plongée dans des espaces confinés où les imperfections dans la bouteille sont susceptibles de se produire). En service normal, la bouteille doit être inspectée tous les douze mois ou moins.

Joint torique : joint placé entre le col de la bouteille et le robinet, formant une fermeture hermétique de la bouteille. Chaque fabricant de robinet précise le type de joint torique à utiliser avec le robinet ainsi que sa bonne installation. Certains fabricants recommandent que le joint torique soit remplacé chaque fois que le robinet est enlevé. Suivez bien les consignes données par le fabricant en ce qui concerne les procédures de remplacement des joints toriques.

Gorge de joint torique : La partie supérieure de la bouteille dans le goulot qui est usinée dans l'aluminium pour adapter le joint torique. Également appelée «siège». Habituellement, une gorge dans le métal juste au-dessous de la face dans laquelle le joint torique s'insère. L'installation de la robinetterie écrase le joint en le pressant contre le bas et sur le côté de la gorge pour faire un assemblage hermétique. Voir FIGURE 6.

Piqûre : Un trou ou dans la cavité dans la paroi d'une bouteille en métal. Habituellement causée par la corrosion ou un choc avec un objet. La cavité peut être ou ne pas être "rectiligne". Les autres possibilités sont notamment les nombreux types de cavités possibles (FIGURE 9). Les cavités ne sont pas toutes identiques dans la matière, l'inspecteur doit prendre le temps d'inspecter ou de sonder les cavités pour avoir une idée de leur forme globale et de leur profil (mesure US ou pîge).

Piqûre de corrosion : corrosion qui produit un trou. Les piqûres de corrosion sont particulièrement préjudiciables à la sécurité d'une bouteille en aluminium. Leur profondeur et leur forme devraient être la principale préoccupation d'un bon contrôle, car au-delà de certaines profondeurs de piqûre, une bouteille être impropre au service.

Voir PHOTOS 11 et 12. Voir FIGURE 9. Les soins et l'entretien des bouteilles préviennent la corrosion.

Psig : Acronyme désignant la pression relative du gaz, en livres par pouce carré. Certains utilisent "psi" pression absolue, également en livres par pouce carré. Dans ce guide, toutes pressions de gaz, sont indiquées en bar, valeur utilisée pour les manomètres. (100 PSI = 6,89475728 Bars)

Gratter : frotter avec quelque chose de rugueux ou provoquant une forte abrasion et / ou des rayures. Le Super Scraper par Motsenbocker, lorsqu'il est utilisé correctement, glisse sur la surface de la bouteille sans causer de dommages. (voir ANNEXES B et C).

Ogive : La partie supérieure de la bouteille depuis le flanc au col. La plupart de la partie du goulot, à l'exception de la zone filetée. Voir FIGURE 5.

Fissures de l'ogive : incrustation ou fissures dans le métal, dans la partie supérieure de la bouteille. Voir PHOTO 20.

Flancs : Portion droite de la bouteille de plongée entre l'ogive et le fond. L'épaisseur du métal est uniforme dans cette portion.

Arrachement de filetage : Les filets qui ont été enlevés, ou arrachés.

Marquage : Outil pour machine à filetage. Voir outil de marque d'arrêt.

Filetage : Partie supérieure de la bouteille, dans le col, qui contient une série de filets hélicoïdaux de métal qui permettent l'assemblage avec le robinet. Voir FIGURE 5, PHOTOS 4 - 10, Et 19.

Fissures dans le filetage : Fissure de la partie filetée de la bouteille. Voir PHOTOS 6 - 9. Attention à ne pas confondre avec un «outil de marque d'arrêt».

Défaut de filetage : Défauts dans la zone filetée. Les défauts de filetage sont habituellement causés par un assemblage bouteille/robinet inapproprié ou par un montage avec des filets sales (poussières, sables...) ou déformées.

Marque d'arrêt d'outil : Trace laissée par l'outil qui a servi à usiner le filetage. C'est une ligne droite qui traverse toute la hauteur du filetage. Cette marque n'a pas d'incidence sur la qualité, la sécurité ou la performance du filetage actif de la bouteille.

Le TIV doit apprendre à différencier la marque d'arrêt de l'outil, qui n'affecte pas la sécurité et l'intégrité de la bouteille, d'une fissure qui est potentiellement dangereuse. Voir PHOTO 10.

Bouleversement méta I : Métal repoussé audessus de la surface normale du tube. Lorsque l'aluminium est écorché, gratté, etc. le métal au tour de la partie marquée peut être soulevé par rapport à la surface régulière.

En général, le relief ou la zone de métal qui à été déformée peut être meulée et polie, de sorte qu'une mesure précise du défaut peut être réalisée.

Des précautions doivent être prises pour ne pas enlever le métal et passer sous l'épaisseur de calcul de la bouteille. Voir des pertes matérielles.

Repli : Zone entre deux flux de métal qui se réunissent de manière à créer un creux allongée et lisse superficiel. Le repli sera toujours sur la longueur du cylindre et, en général, dans la zone du sommet. Voir FIGURE 7 et PHOTOS 16 et 17. Comparez cela à la fois.

Robinet : Appareil installé sur la partie filetée de l'ouverture d'une bouteille permettant la conservation et la gestion de l'air comprimé. Divers fabricants font des robinets et des accessoires pour les bouteilles de plongée. Les robinets en cuivres et / ou en alliage de cuivre ne doivent pas être utilisés avec les bouteille en aluminium à moins qu'ils aient été minutieusement et adéquatement plaqués de chrome ou de nickel, de sorte que le laiton et / ou le cuivre ne puissent pas entrer en contact avec l'aluminium. (Voir corrosion et de corrosion galvanique.)

La procédure d'inspection visuelle : Une procédure fondée principalement sur l'observation visuelle pour examiner, étudier l'état d'une bouteille et en déceler les défauts. Cette procédure d'inspection visuelle est qualifiée par Luxfer Gas Cylinders, Haute pression, pour les bouteilles de plongée en aluminium.

Annexe C : Illustrations et photos

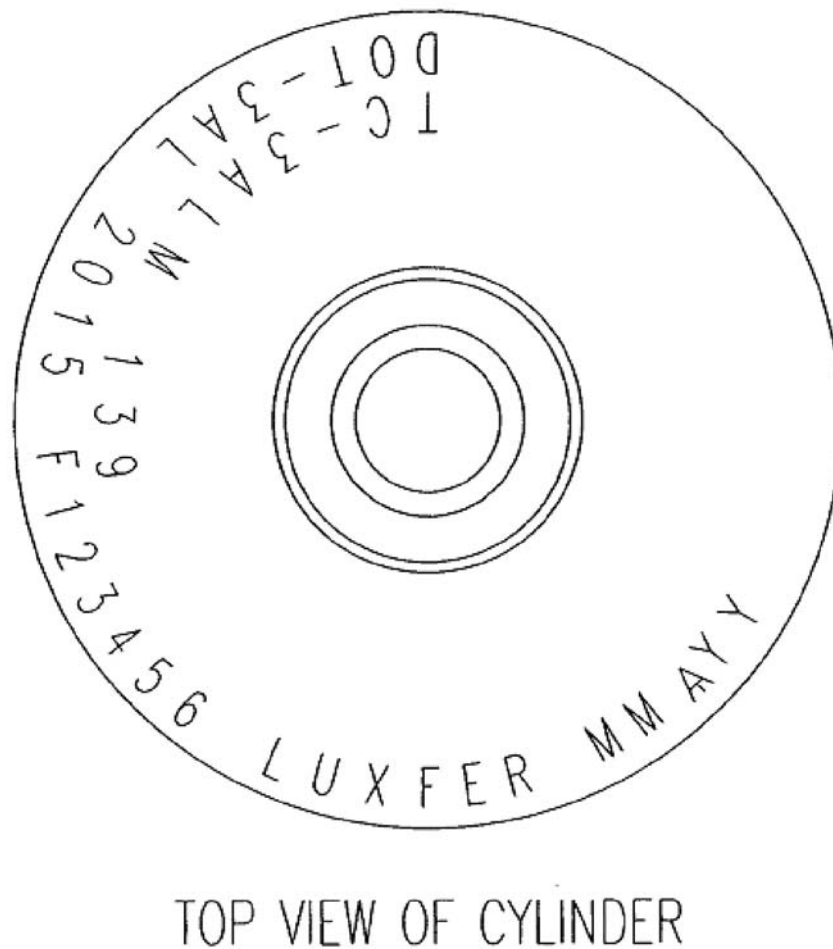


Figure 1

Ligne basse de marquage :

- 01. Spécification gouvernementale des USA: DOT-3AL
- 02. Pression de service 2015 PSI
- 03. Numéro de série : F123456
- 04. Fabricant : LUXFER
- 05. Date du premier essais Hydrostatique et marque de l'agence : MM AA

Ligne haute de marquage :

- 01. Spécifications gouvernementales canadiennes: TC-3ALM
- 02. Pression de service (bar): 139



TOP VIEW OF CYLINDER

Figure 2 : Exemple d'interprétation de marquage

Ligne basse de marquage

- 01. Exigences gouvernementales des Etats-Unis et du Canada : CTC/DOT-3AL
- 02. Pression de service 3000 PSI
- 03. Numéro de série: NN123456
- 04. Fabricant: LUXFER
- 05. Date du premier essais Hydrostatique et marque de l'agence : MM AA
- 06. Bouteille de plongée de type: S13



TOP VIEW OF CYLINDER

Figure 3 : Exemple d'interprétation de marquage

Première ligne basse de marquage :

- 01. Marquage de l'agence d'essais
- 02. Date de la première épreuve Hydrostatique avec le marquage d'agence : mois ALCAN année

Deuxième ligne de marquage :

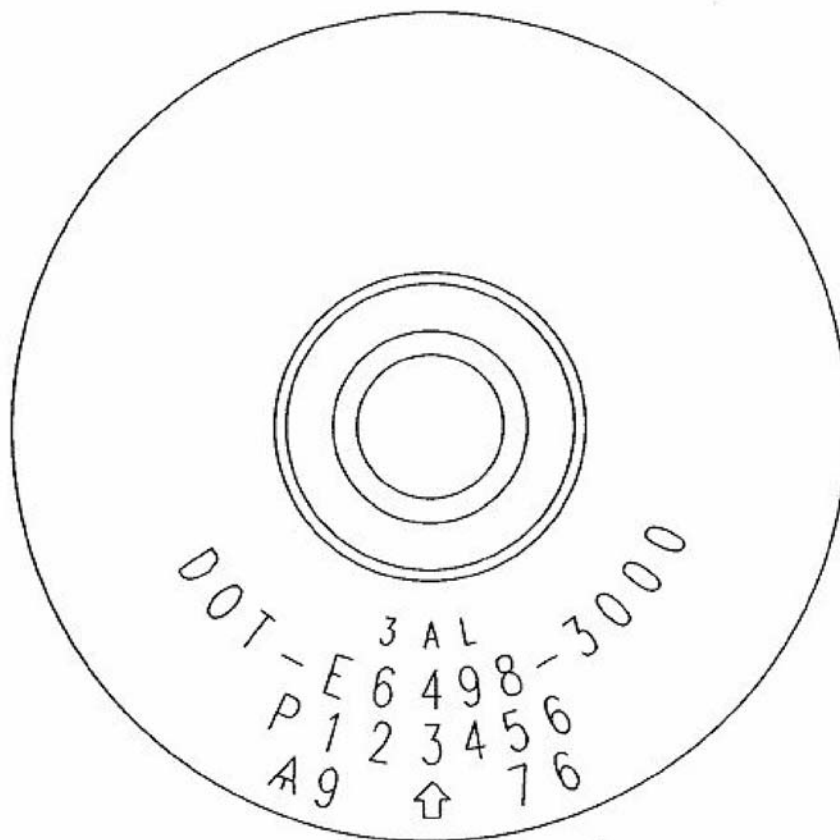
- 01. Numéro de série : P123456
- 02. Client : USD

Troisième ligne de marquage :

- 01. Exigence gouvernementale des U. S. A : DOT-SP6498
- 02. Pression de service - 3000 PSI

Quatrième ligne de marquage :

- 01. Spécification gouvernementale de marquage aux USA: 3AL



TOP VIEW OF CYLINDER

Figure 4 : Exemple d'interprétation de marquage

Première ligne basse de marquage :

- 01. Marquage de l'agence d'essais
- 02. date de la première épreuve Hydrostatique du fabricant aelan mois luxfer année

Deuxième ligne de marquage :

- 01. Numéro de série : P123456

Troisième ligne de marquage :

- 01. Exigence gouvernementale des U. S. A : DOT-E6498
- 02. Pression de service - 3000 PSI

Quatrième ligne de marquage :

- 01. Spécification gouvernementale de marquage aux USA: 3AL



Figure 5 - Marquage des bouteilles en Europe

Première ligne basse de marquage :

- 01. Pression de service 246 bars à 60°C
- 02. Caractéristiques mécaniques de l'alliage
- 03. Pays d'essais,
- 04. Marquage CE,
- 05. Marque d'épreuve
- 06. Date d'épreuve

Deuxième ligne de marquage :

- 01. Épaisseur de calcul,
- 02. Poids vide,
- 03. Volume,
- 04. Pression de travail (selon réglementation autre pays),
- 05. Pression d'essais hydrostatiques

Troisième ligne de marquage :

- 01. O2 compatible,
- 02. Type de filetage,
- 03. Pays et fabricant,
- 04. Numéro du lot,
- 05. Marquage fabricant,
- 06. Numéro de la bouteille,
- 07. Marque de repère

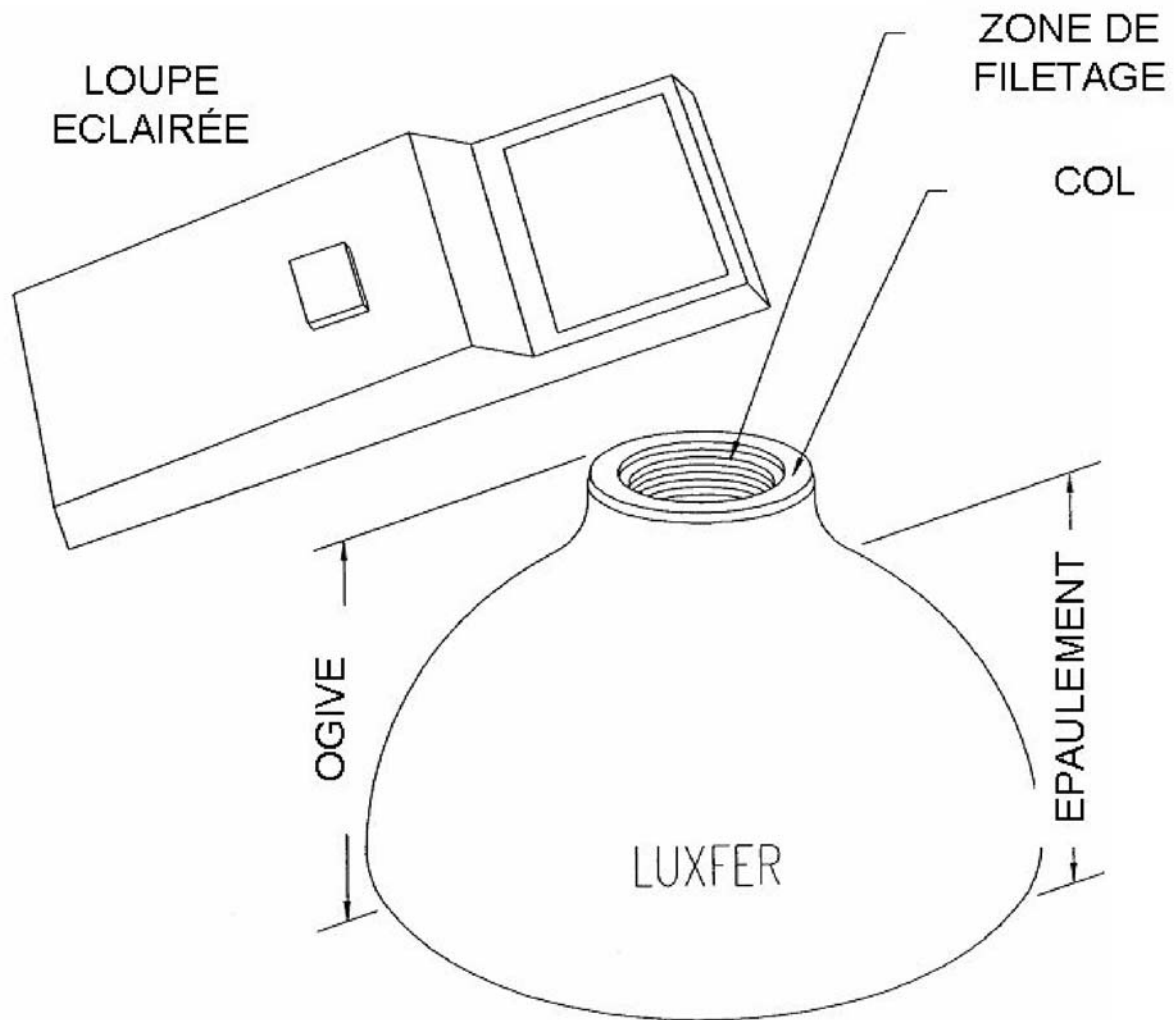


FIGURE 6

Utilisation d'une loupe éclairée et la vérification d'une ogive de bouteille

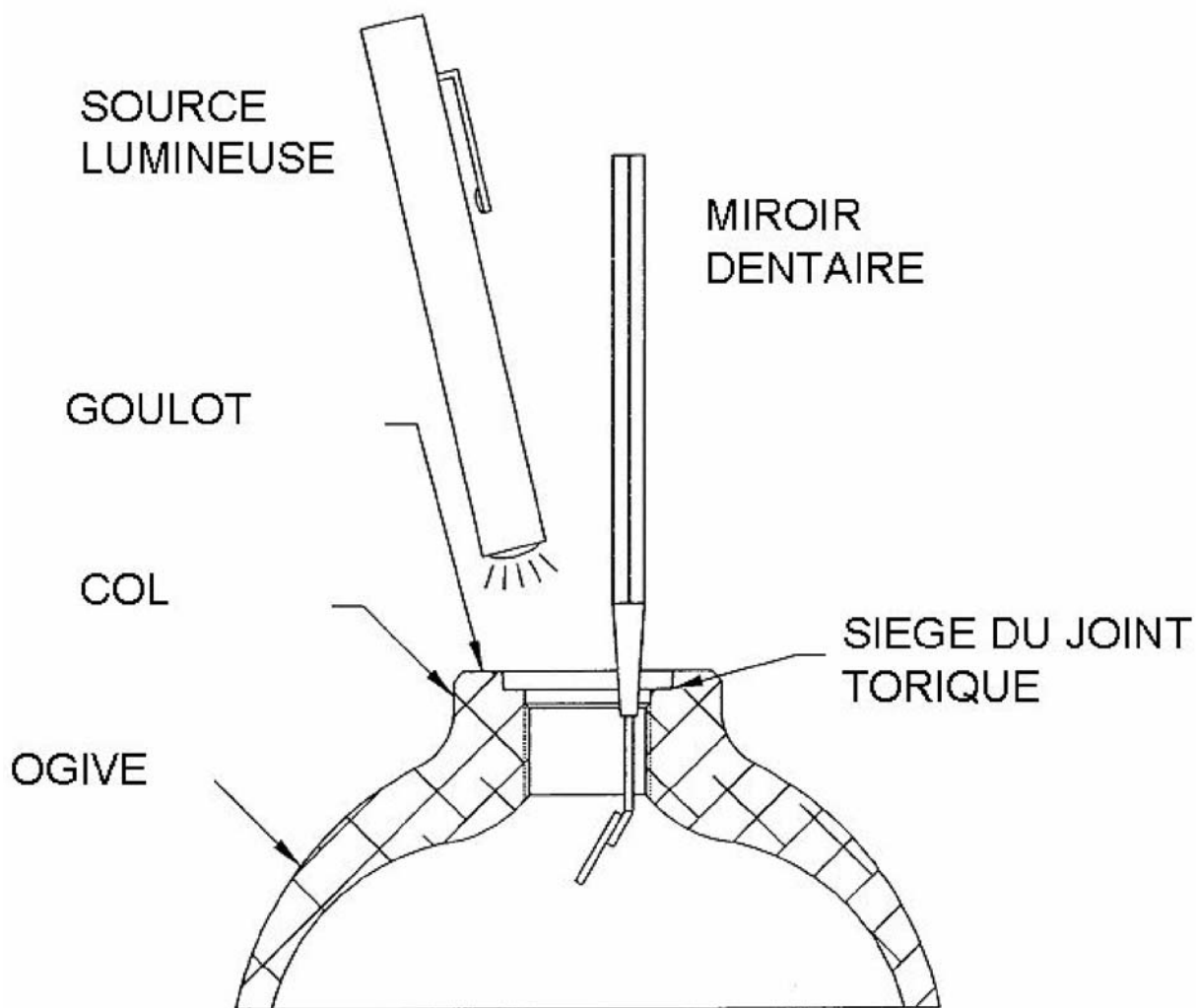


FIGURE 7

Utilisation d'un miroir dentaire et d'une source lumineuse pour l'examen correct du col et du filetage de la bouteille.

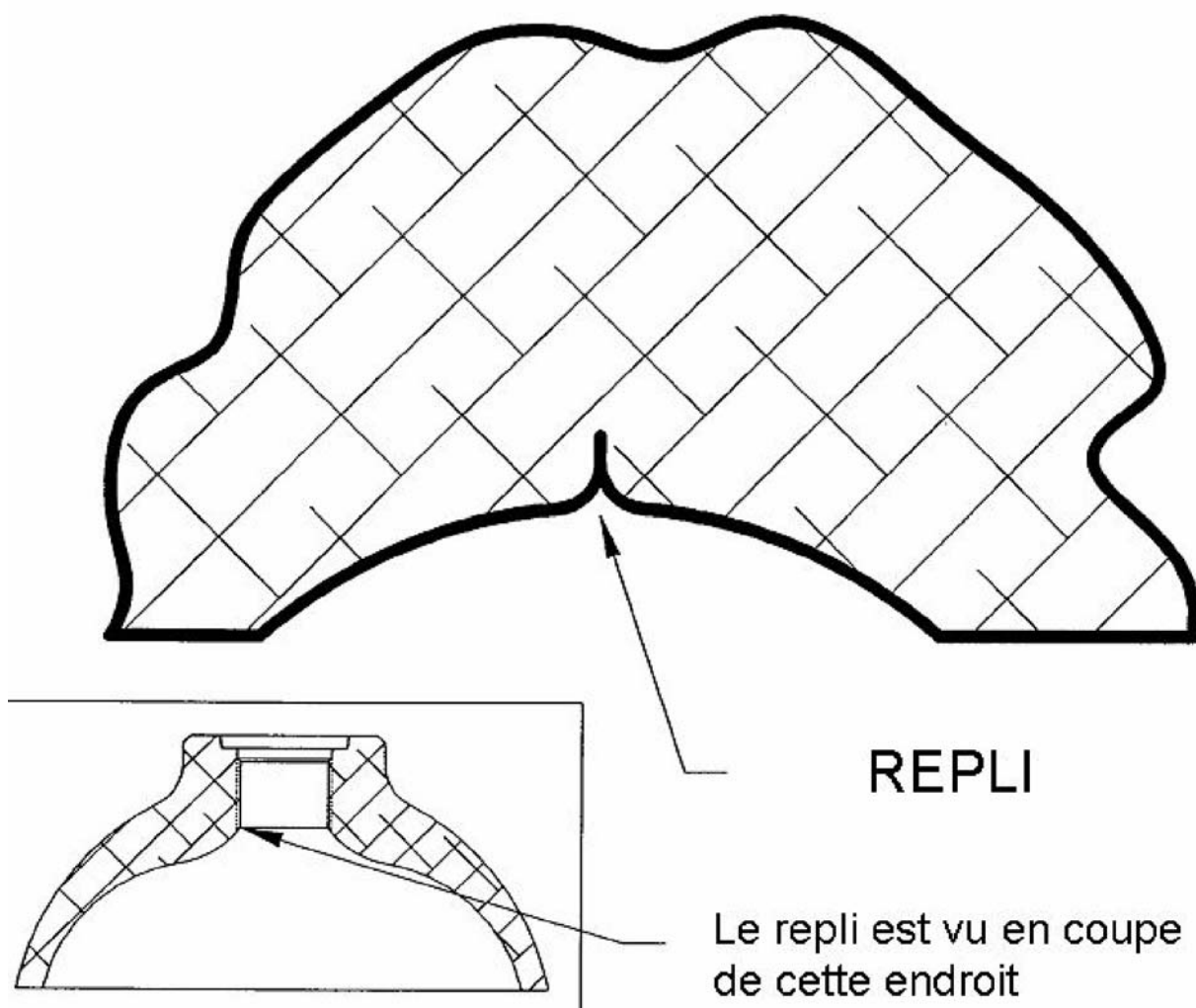


FIGURE 8

Le repli est montré à partir d'une vue en coupe au bas de la région filetée. Le repli présente des bords arrondis dans le métal voir les PHOTO 16 et 17.

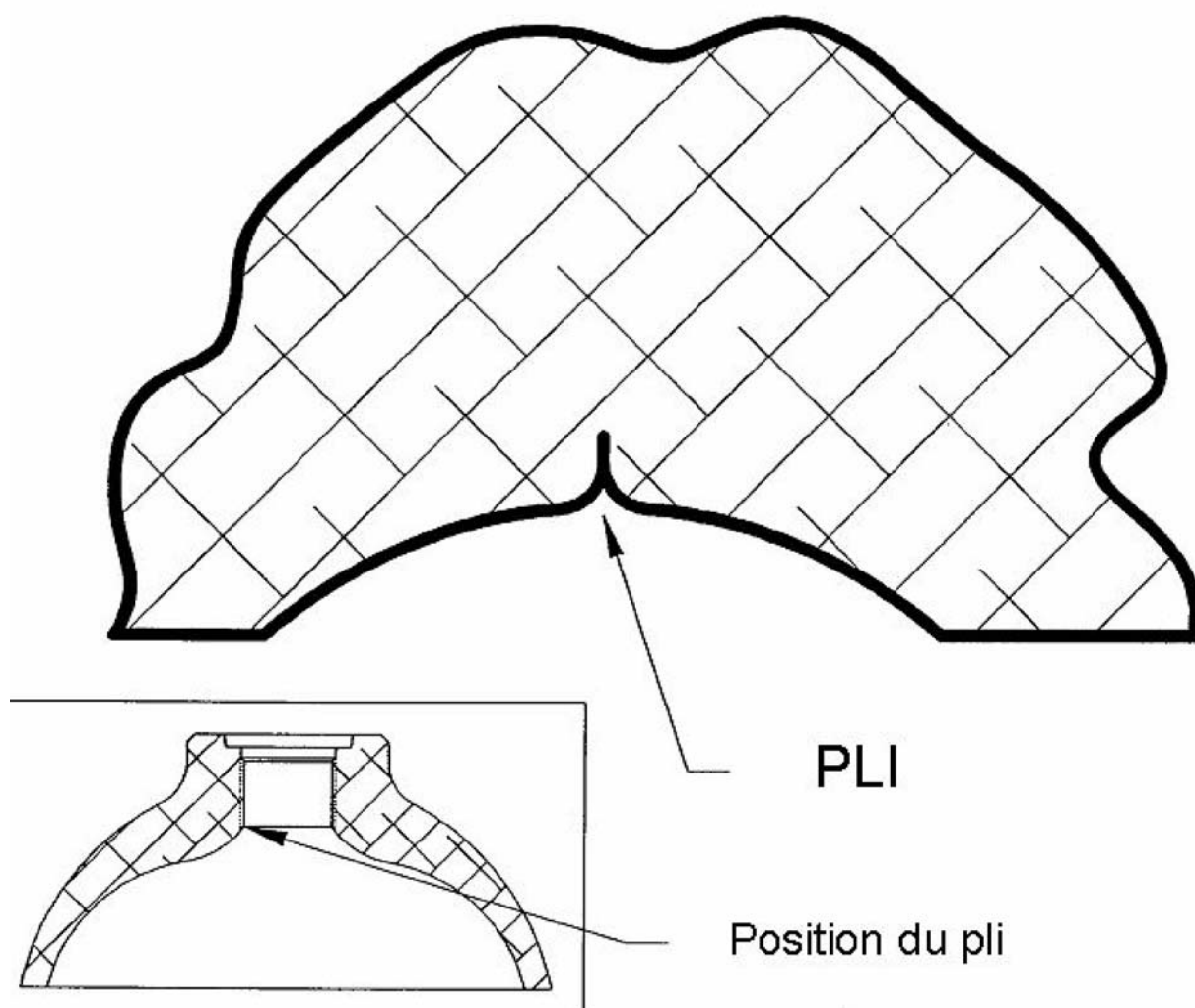


FIGURE 9

Pli vu en coupe du bas de la zone filetée. Le pli se prolonge dans l'ogive.

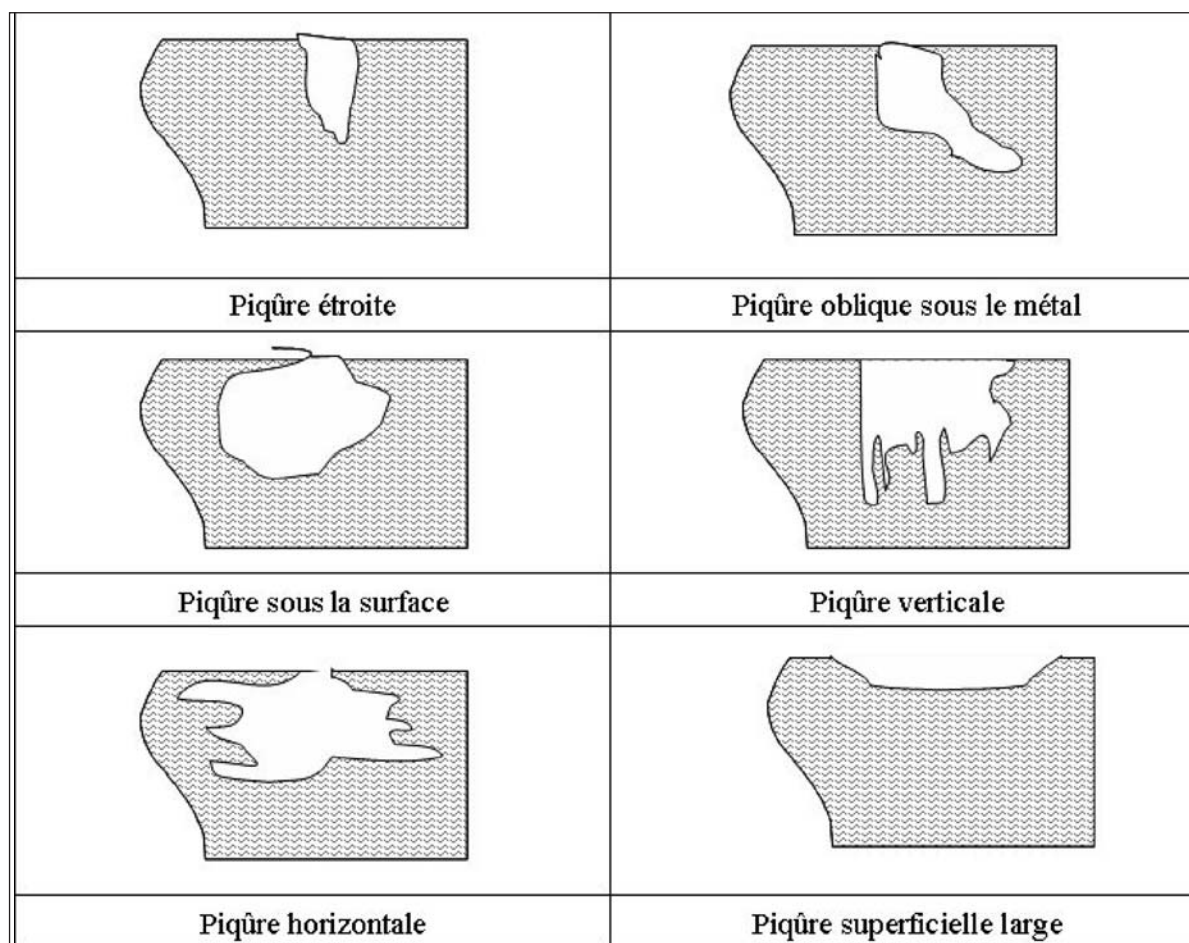


FIGURE 10

Les différentes formes de cavités sont présentées à partir d'une vue en coupe du flanc, de la base ou de l'ogive de la bouteille. Les vues en coupe ci-dessus représentent les cavités.

La partie supérieure de chaque dessin représente le niveau initial du métal avant les corrosions. Toutes les cavités ont été considérablement amplifiées pour la compréhension du phénomène.

FIGURE 11: Arcage, flambage ou bananage d'une bouteille.

Un arc est une légère courbe dans le flanc de la bouteille en aluminium. Il s'agit d'un défaut d'aspect courant qui n'est pas dangereux et n'affecte pas la performance du cylindre. Un arc est un artéfact occasionnel du processus de fabrication, et non pas un défaut de fabrication. Les défauts de ce type se produisent le plus souvent sur les bouteilles les plus hautes, y compris les bouteilles de plongée d'une capacité de 80 pieds cubes (12,1 L) ou plus.

Typiquement les bouteilles s'incurvent, l'un des côté est légèrement convexe (vers l'extérieur) et l'opposé, à 180°, légèrement concave (vers l'intérieur). Les courbes sont longues et progressives, couvrant une grande partie de la longueur du flanc de la bouteille. La plupart des arcs sont à peine perceptibles à l'œil nu, mais ils deviennent parfois perceptibles lorsque vous maintenez un réglet contre la paroi du cylindre. Faire tourner le cylindre permet de révéler à la fois le côté convexe et coté concave. Parfois les bouteilles s'inclinent plus fortement "en forme de banane". Même ces bouteilles sont sécuritaires à utiliser. Rarement un cylindre aura un côté rectiligne et un côté légèrement convexe (incurvées vers l'extérieur). Une telle géométrie n'affecte pas les performances mécaniques du cylindre. Les inspecteurs doivent être attentifs à ne pas confondre les légères déformations convexes inoffensives d'un côté avec une déformation de type saillie, ce qui est complètement différent et très rare (voir la figure 12).



Un arc est souvent si faible qu'il est indétectable à l'œil nu. (Dans la photo ci-dessus, la forme a été quelque peu exagérée afin de la rendre bien visible.) L'utilisation d'un réglet se révèle généralement efficace pour mettre en évidence les zones concaves et convexes. Gardez à l'esprit que le côté convexe (incurvé vers l'extérieur) est parfois plus prononcé que le côté concave. Ne confondez pas la convexité de l'arc avec une saillie. (Pour plus d'informations sur les renflements, voir Figure 12.)



FIGURE 12 : saillie sur une bouteille

Un renflement est extrêmement rare et cette situation dangereuse. Les bouteilles bombées doivent être immédiatement condamnées et retirées du service. Contrairement à un arc, qui est généralement léger et parfois difficile à voir, une saillie est en général très marquée et évidente, même à l'œil nu. Les renflements se produisent dans des bouteilles qui ont été surchauffées ou dans des bouteilles ayant un amincissement des parois par une grave corrosion. Il existe deux types fondamentaux de renflements. Une saillie longue et convexe vers l'extérieur sensiblement d'un côté ou autour de la totalité de la circonférence de la bouteille (comme dans le cylindre jaune illustré ci-dessus à gauche), une telle saillie se produit lorsque l'ensemble d'un cylindre a été exposé à une chaleur élevée. Un plus petit, « en forme d'œuf » (cylindre à droite, ci-dessus) indique généralement une surchauffe localisée, ce qui est le résultat de recuit local. Si vous n'êtes pas certain que la bouteille est réellement bombée, retirez-la de service et contacter le Service clientèle du fabricant avant de la condamner définitivement.

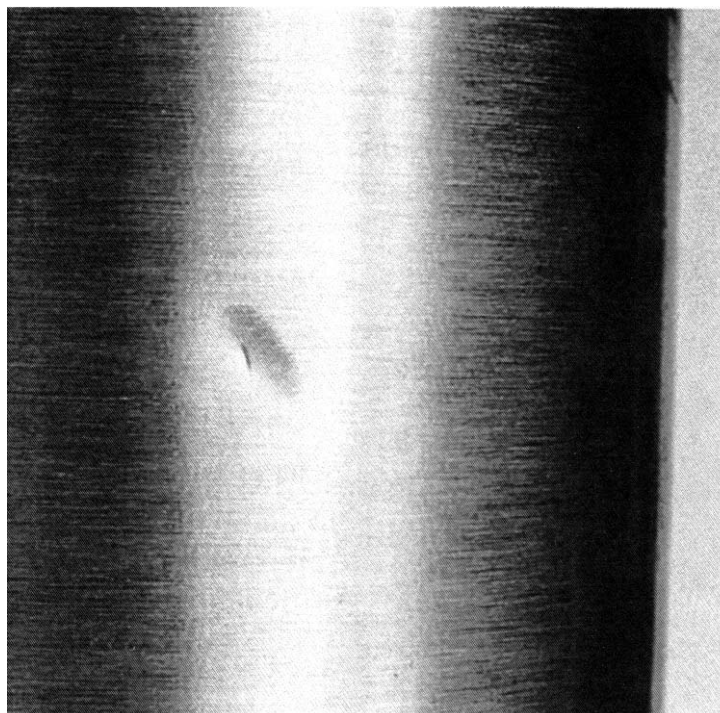


PHOTO 1

Bouteille entaillée.

Ce cylindre a une "finition brossée" avec un enduit clair.

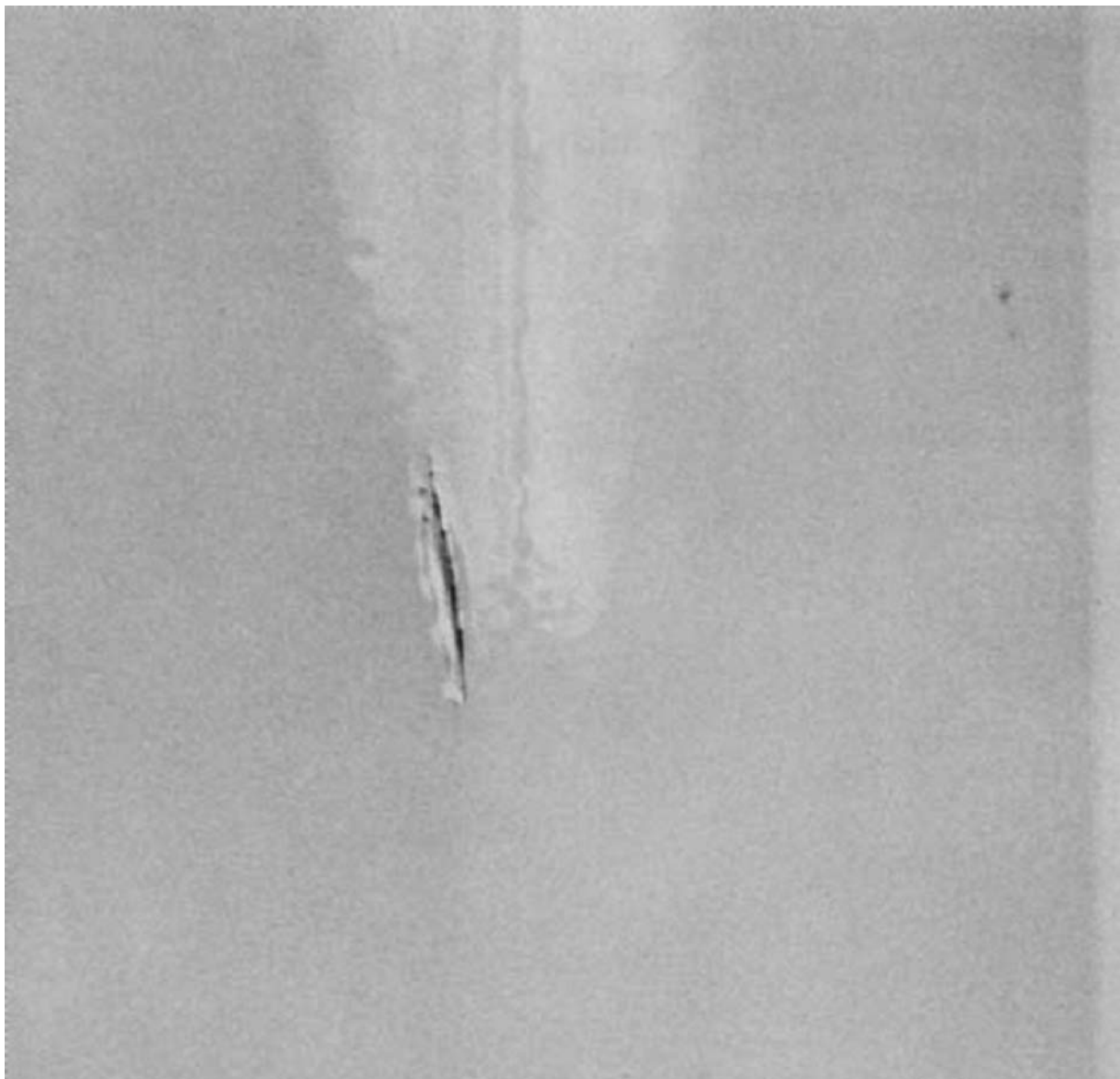


PHOTO 2

Bouteille écorchée ou rainurée

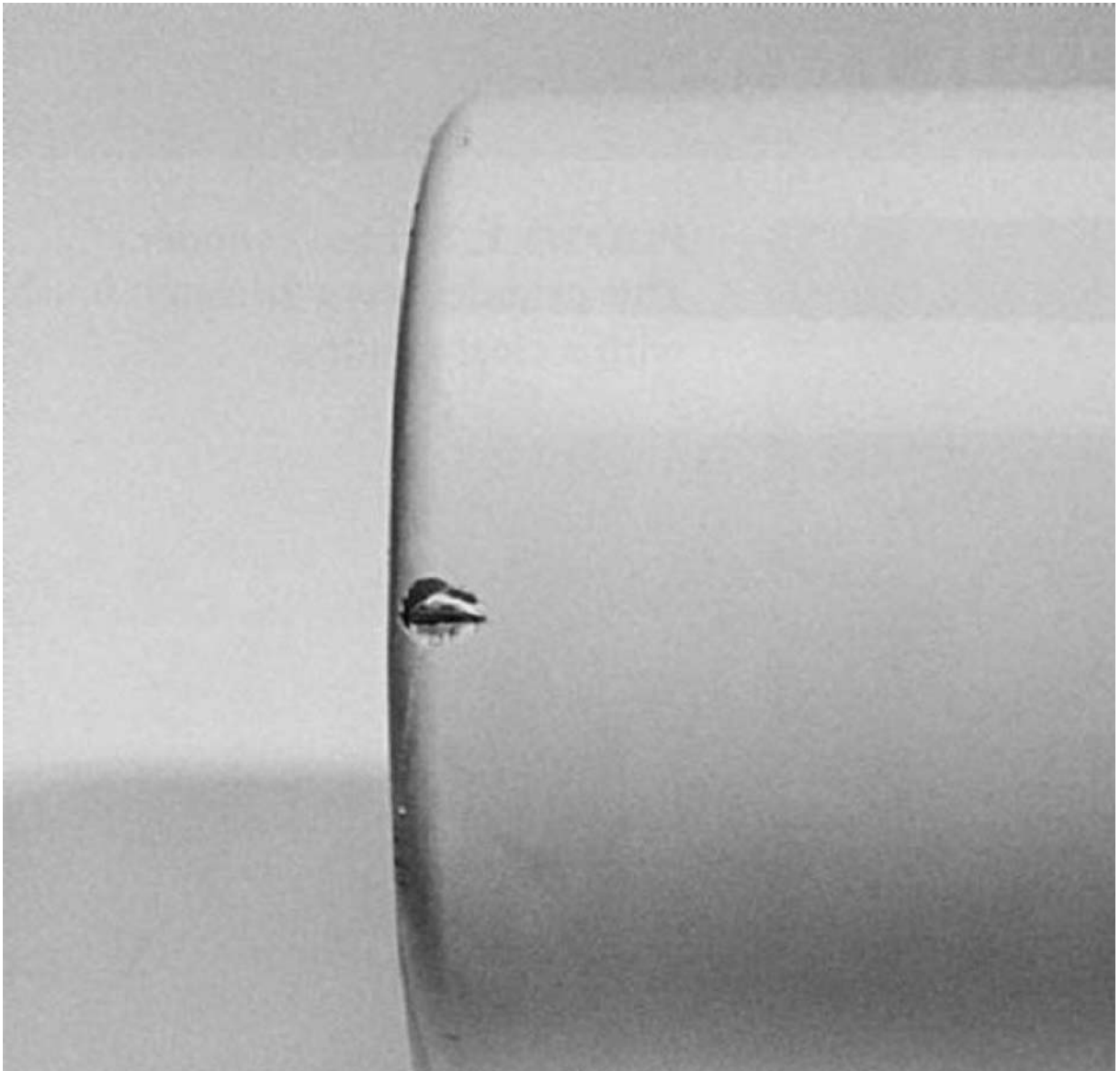


PHOTO 3

Bouteille montrant des signes d'accident. Cette bouteille a heurté un objet. Au vu de la marque relevée sur la bouteille, l'inspecteur devra demander au propriétaire s'il connaît la cause de la présence de cette marque.

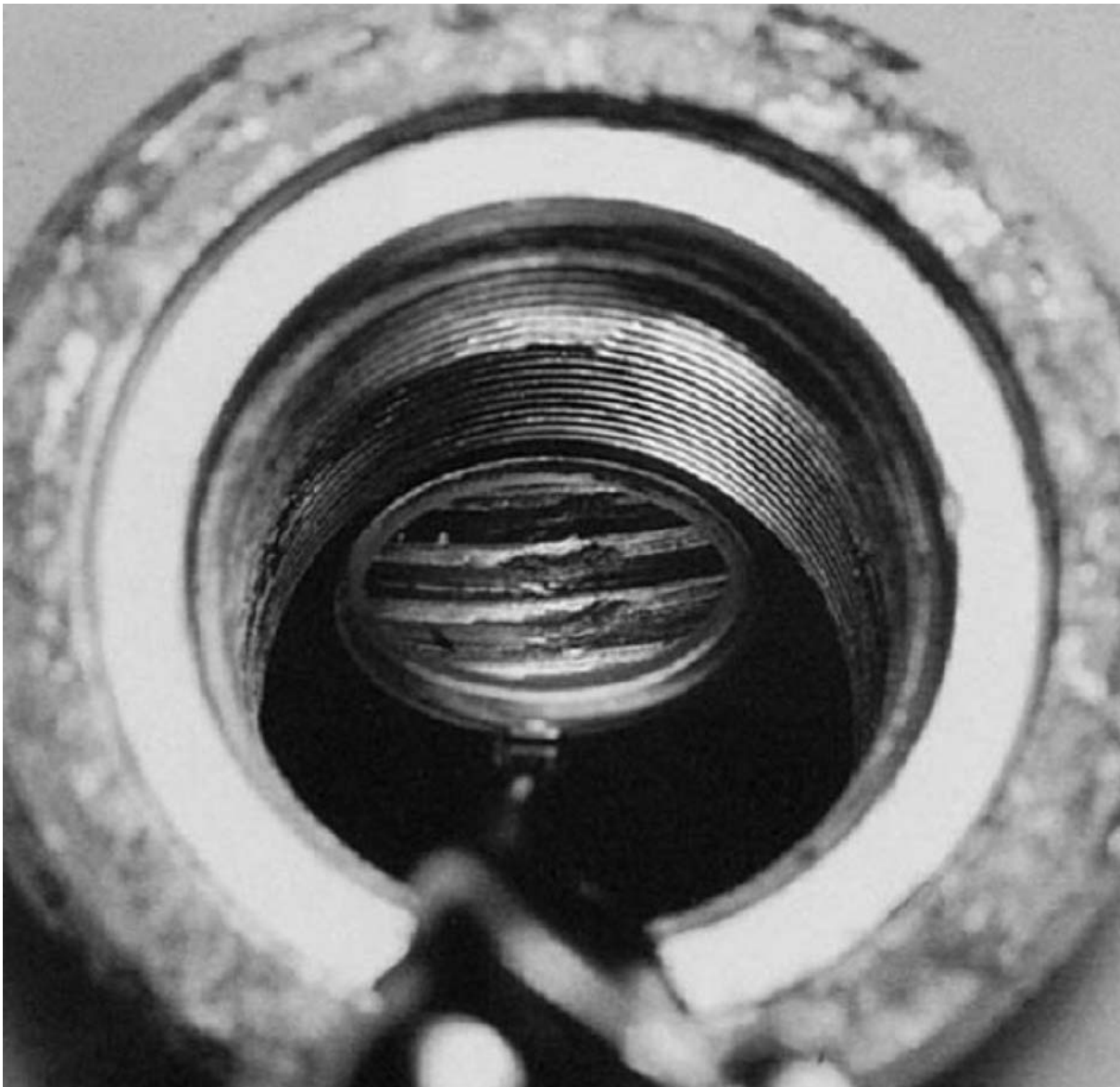


PHOTO 4

Filetage endommagé. Notez qu' en regardant vers le bas dans le filet, ce dommage n'est pas apparent, sans l'utilisation d'un miroir dentaire.

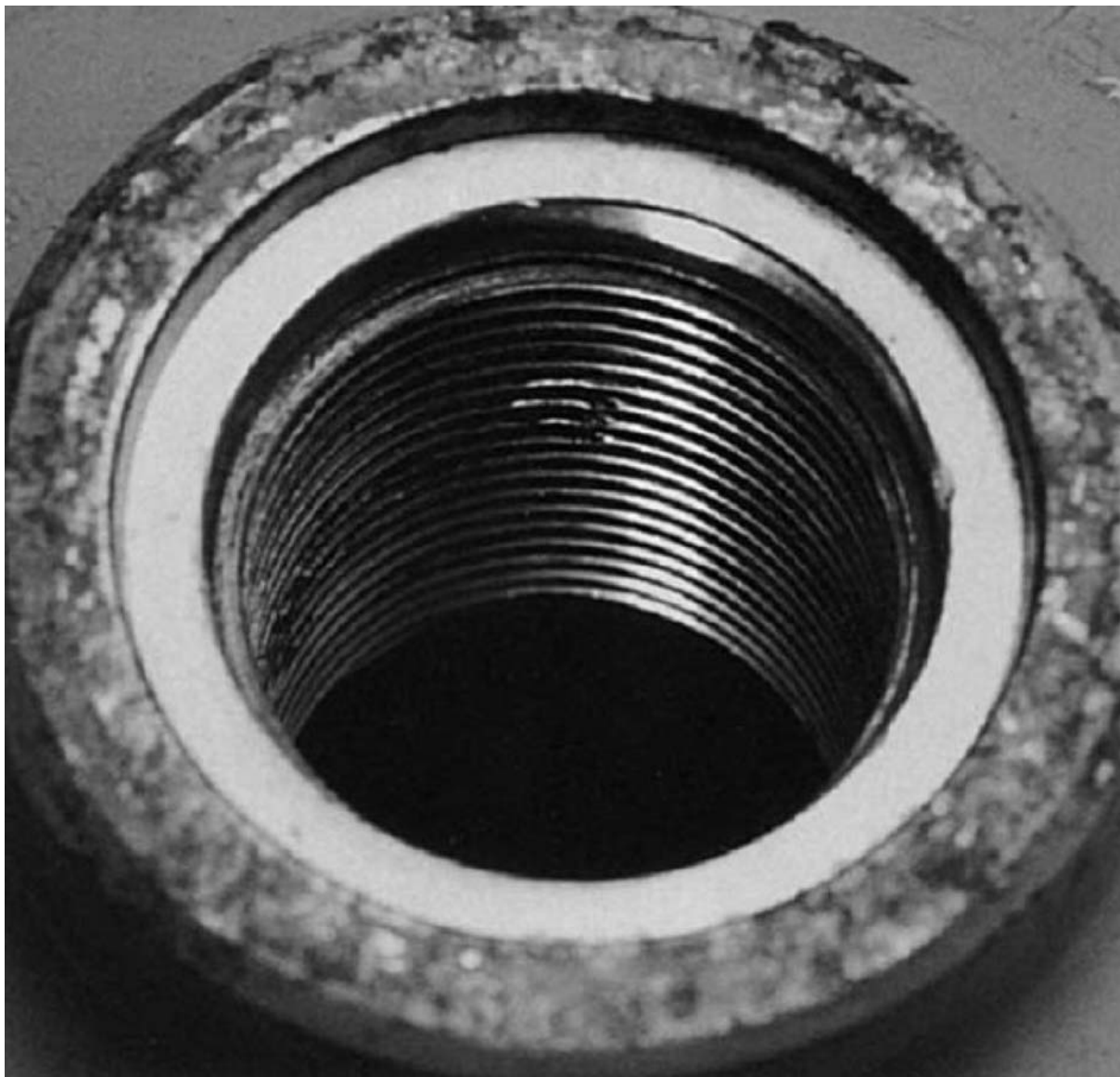


PHOTO 5

Filetage endommagé. Ces dommages sont facilement visibles à l'oeil nu, mais le filetage est sale et la première chose à faire est de le nettoyer (voir NOTE 9), avant de procéder à l'inspection visuelle.

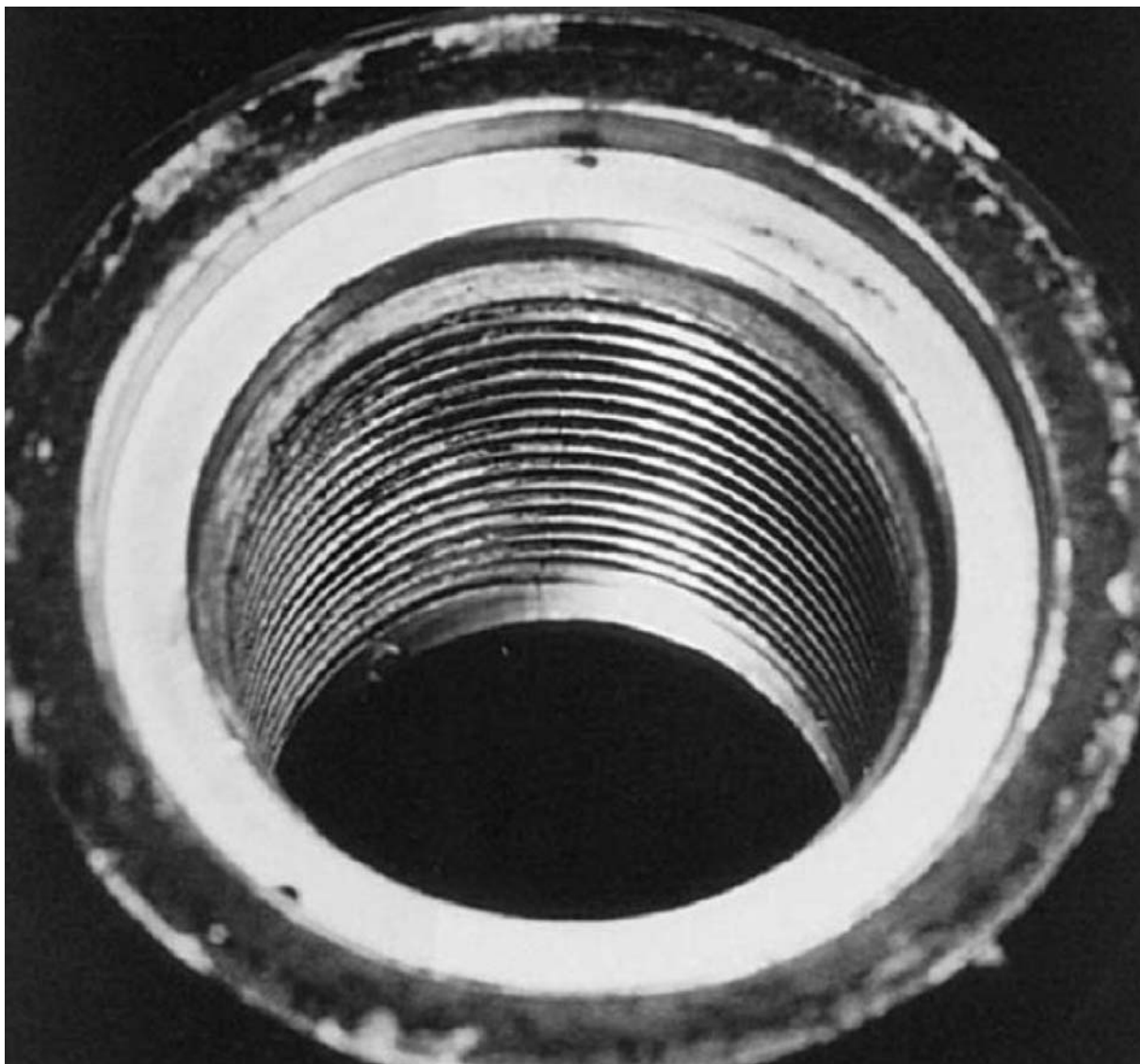


PHOTO 6

Fissures dans le filetage. C'est un défaut très difficile de voir à l'oeil nu. La fissure est habituellement en zigzag plutôt que rectiligne.

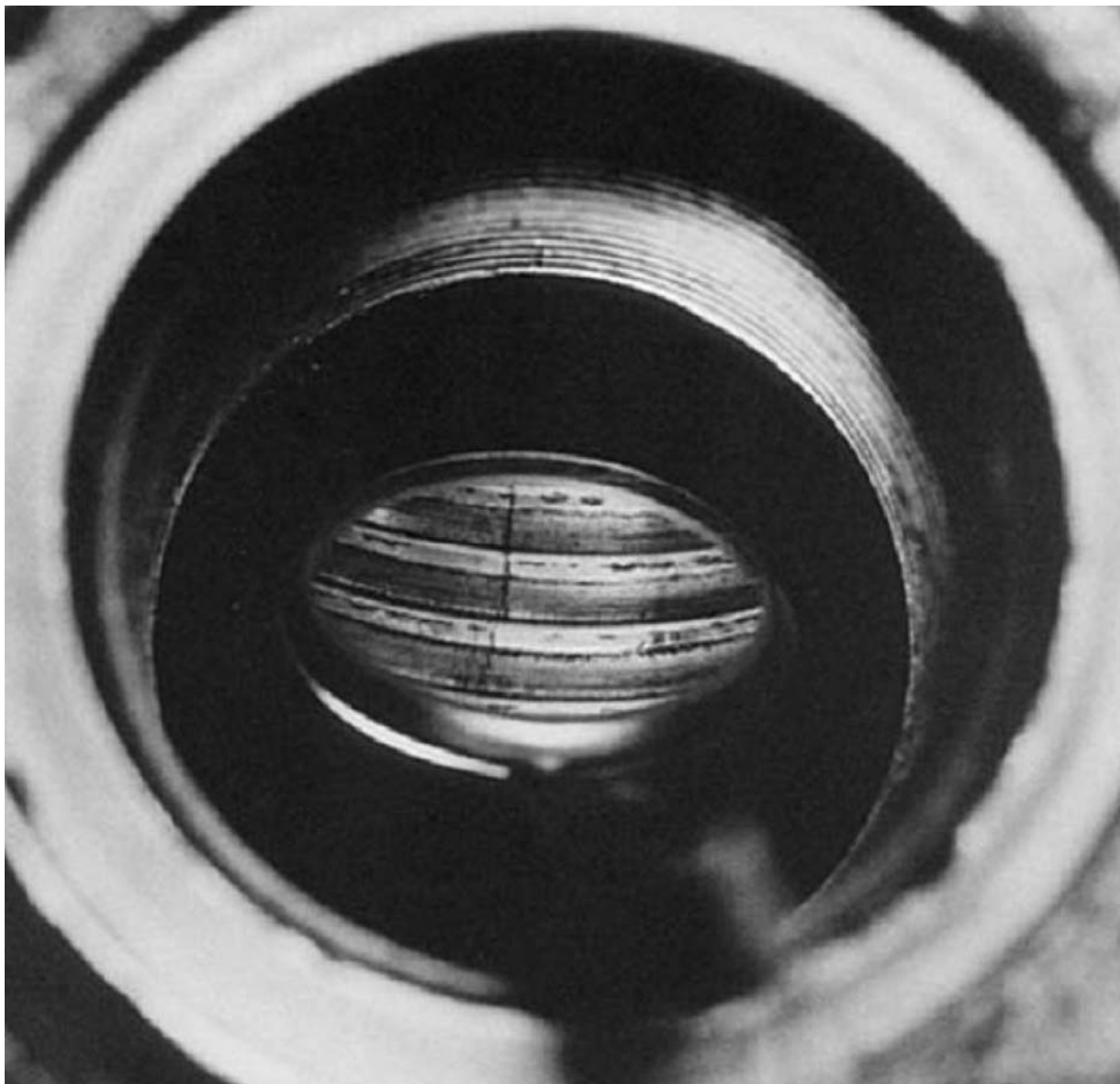


PHOTO 7

Une fissure trouvée dans les filets à l'aide d'un miroir dentaire.



PHOTO 8

Une fissure dans la zone des filets actifs. Le filetage doit être nettoyé avant de commencer l'inspection visuelle. (Voir note 9.)



PHOTO 9

Une fissure facilement visible à l'oeil nu, vers le haut au niveau de l'emplacement du joint torique. Un simple nettoyage devrait être fait, assez pour s'assurer qu'il s'agit d'une fissure.

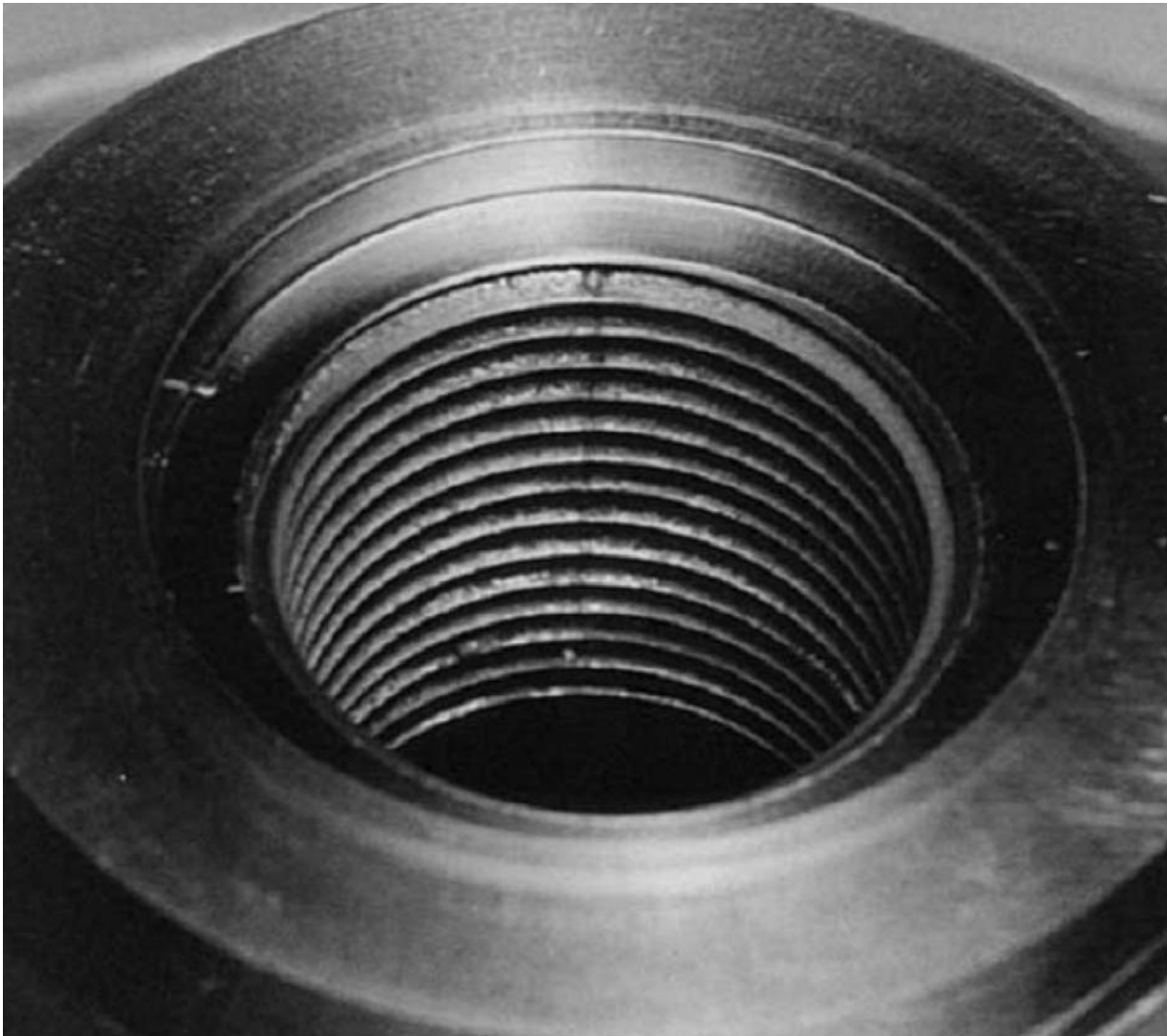


PHOTO 10

Exemple de marque d'arrêt d'un outil . Cette marque peut apparaître comme une fissure, mais l'inspection révèle que la marque n'a ni profondeur ni écartement. Alors qu'une bouteille présentant une fissure doit être rebutée, une bouteille présentant une marque d'arrêt d'outil et qui a satisfait à toutes les autres conditions, peut être remise en service.

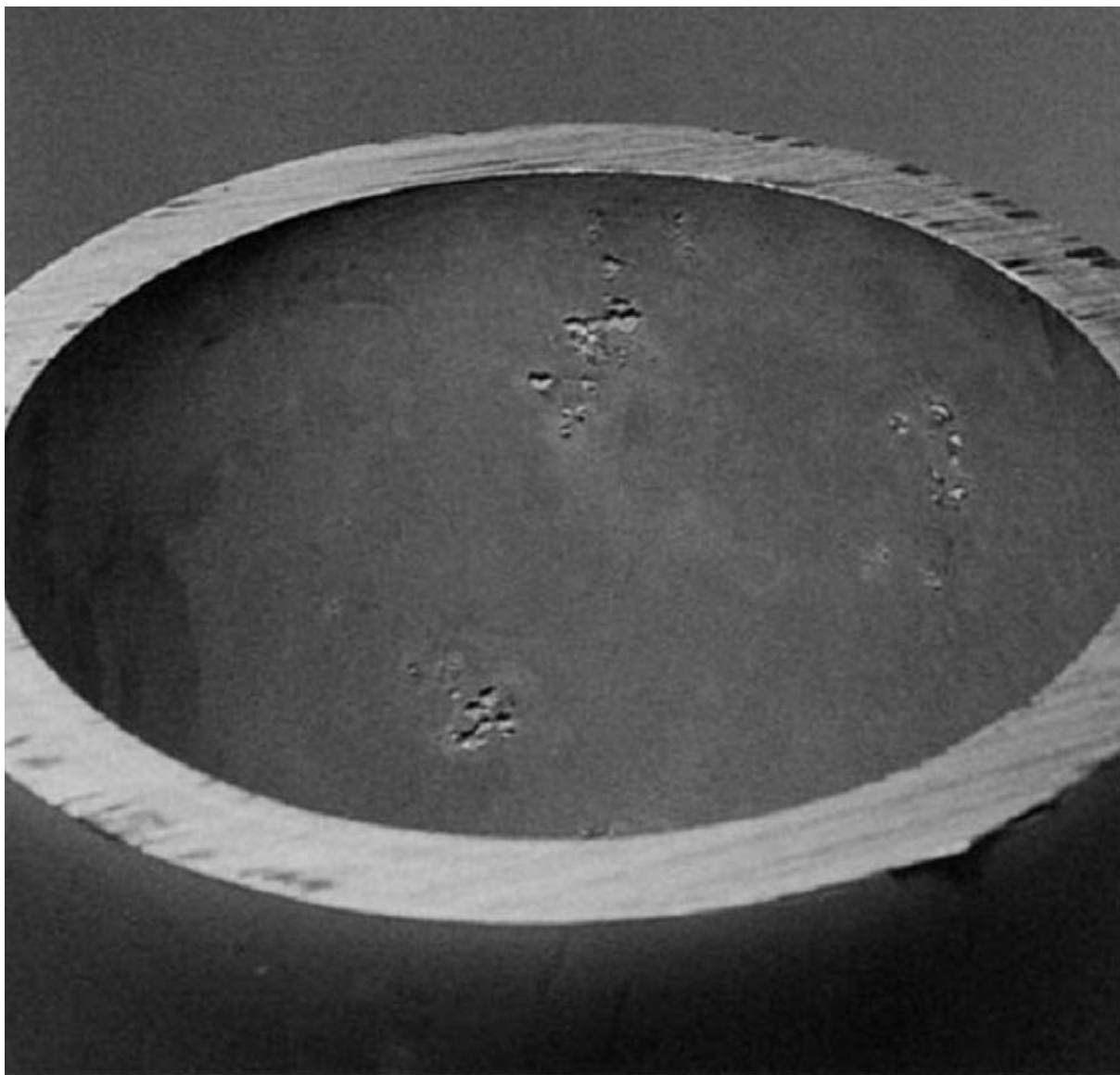


PHOTO 11

Piqûre de corrosion dans la paroi du cylindre (vue d'ensemble).

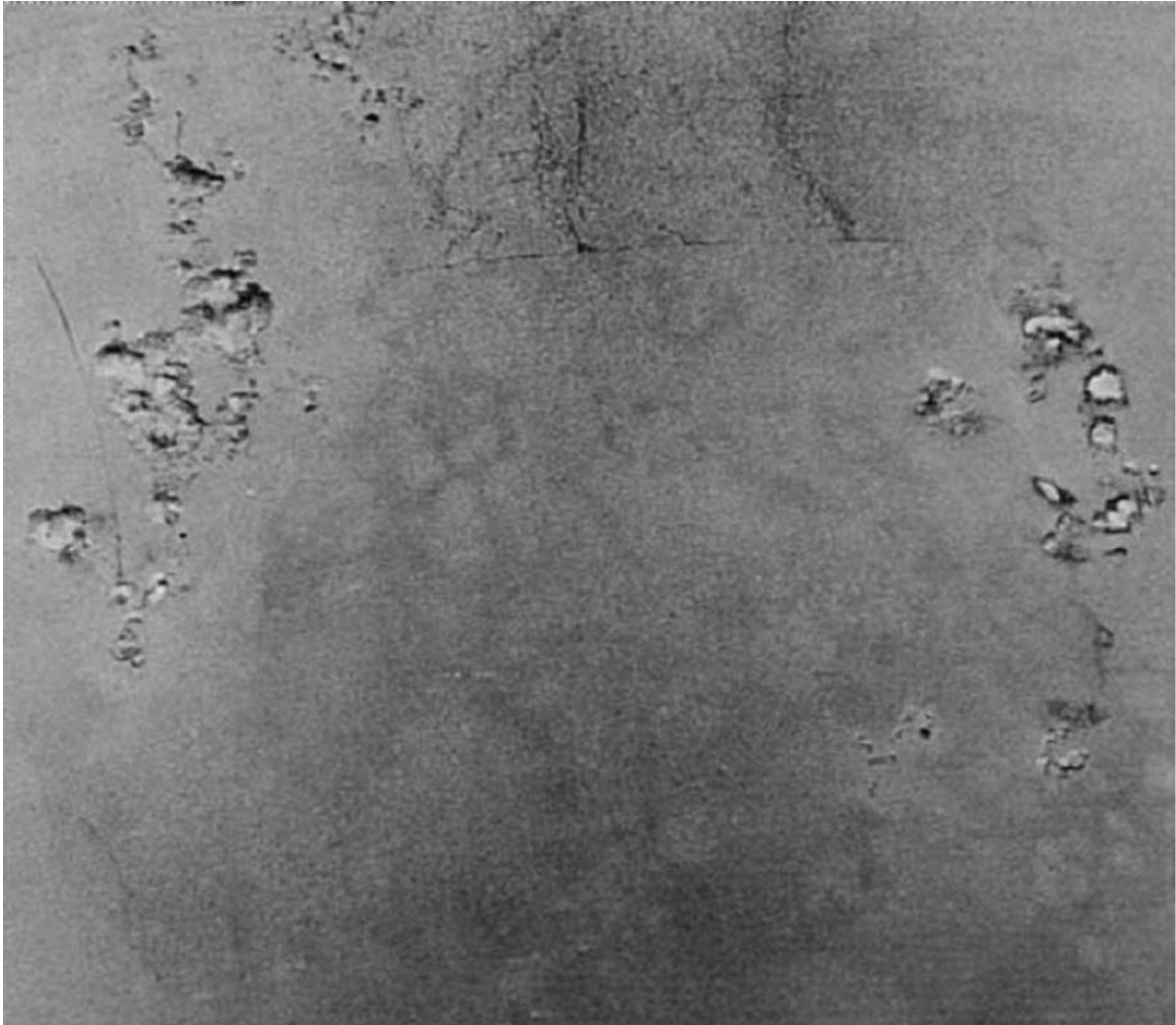


PHOTO 12

Gros plan des cratères de corrosion (PHOTO 11)

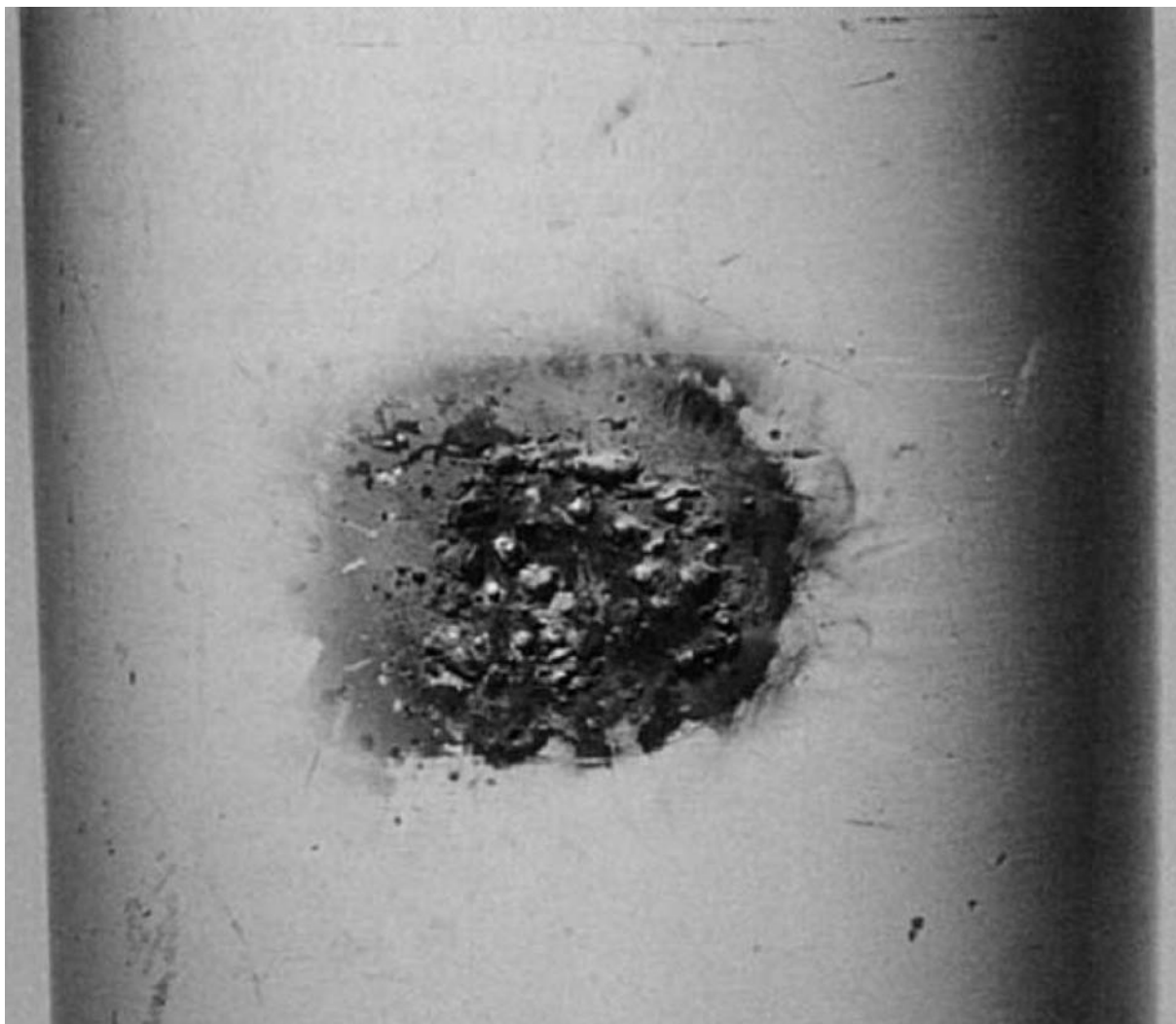


PHOTO 13

Apparence laissée par une exposition à un incendie ou dégâts causés par un arc électrique (soudure).

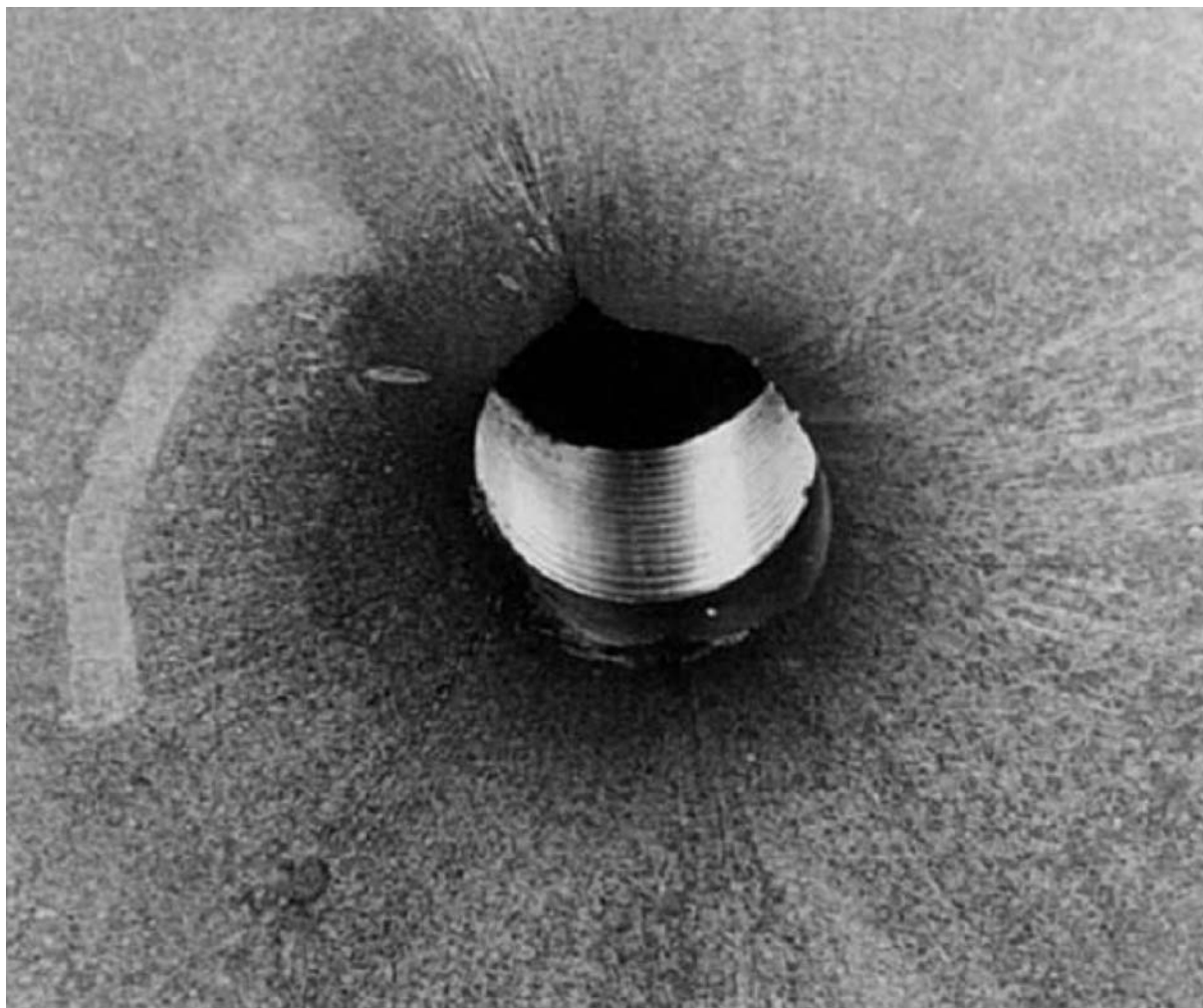


PHOTO 14

Vue intérieure (regardant à l'intérieur vers l'ogive), avec les filets.



PHOTO 15

Pli proche de la région du filetage. Vue avec le miroir montrant clairement que le repli n'atteint pas la zone des filets actifs. Ce type de repli est acceptable si la profondeur du pli est estimée à moins de 0,060 pouce (1,53 mm).

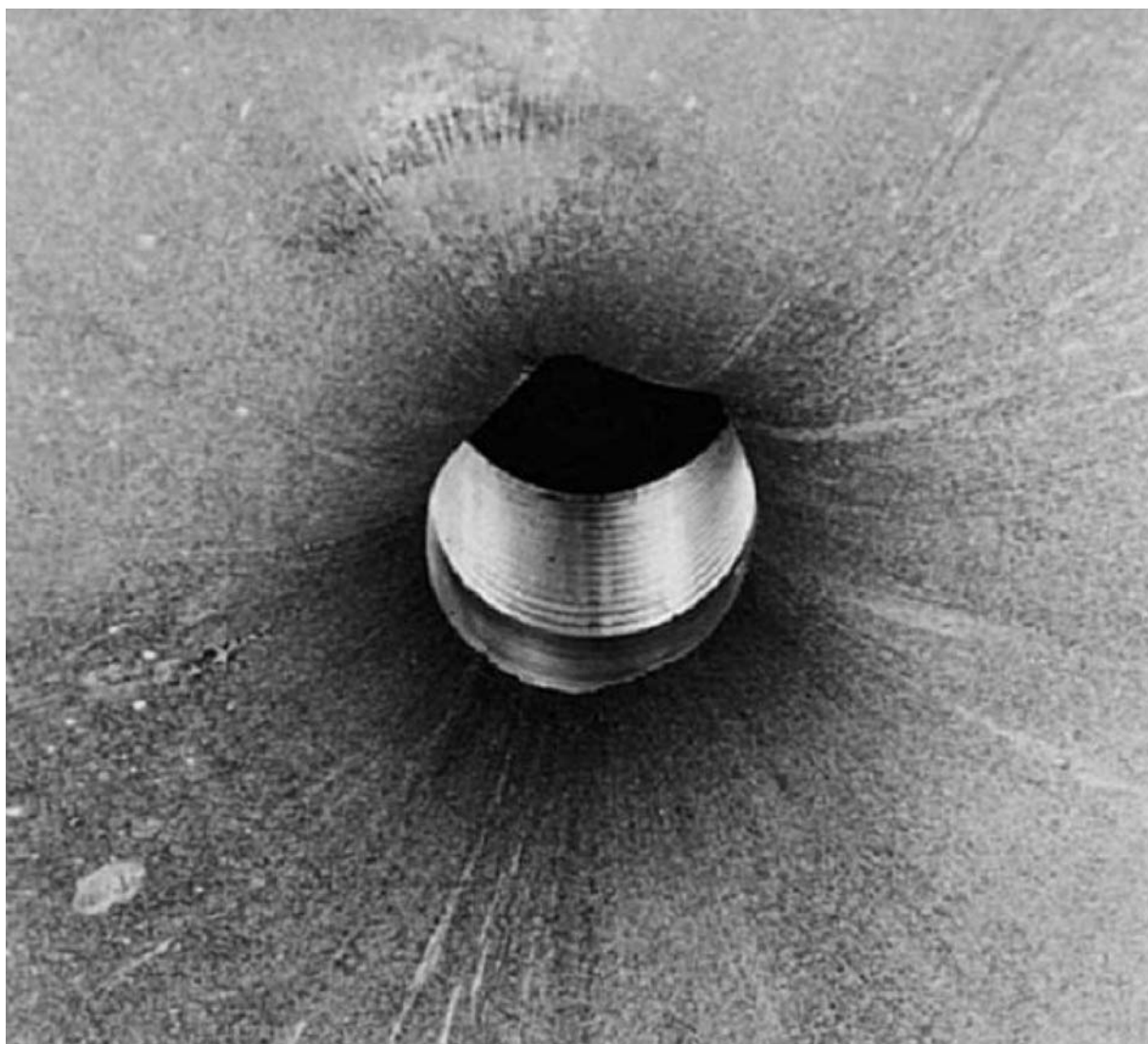


PHOTO 16

Image d'un repli vu de l'intérieur (regardant de l'intérieur vers l'ogive).

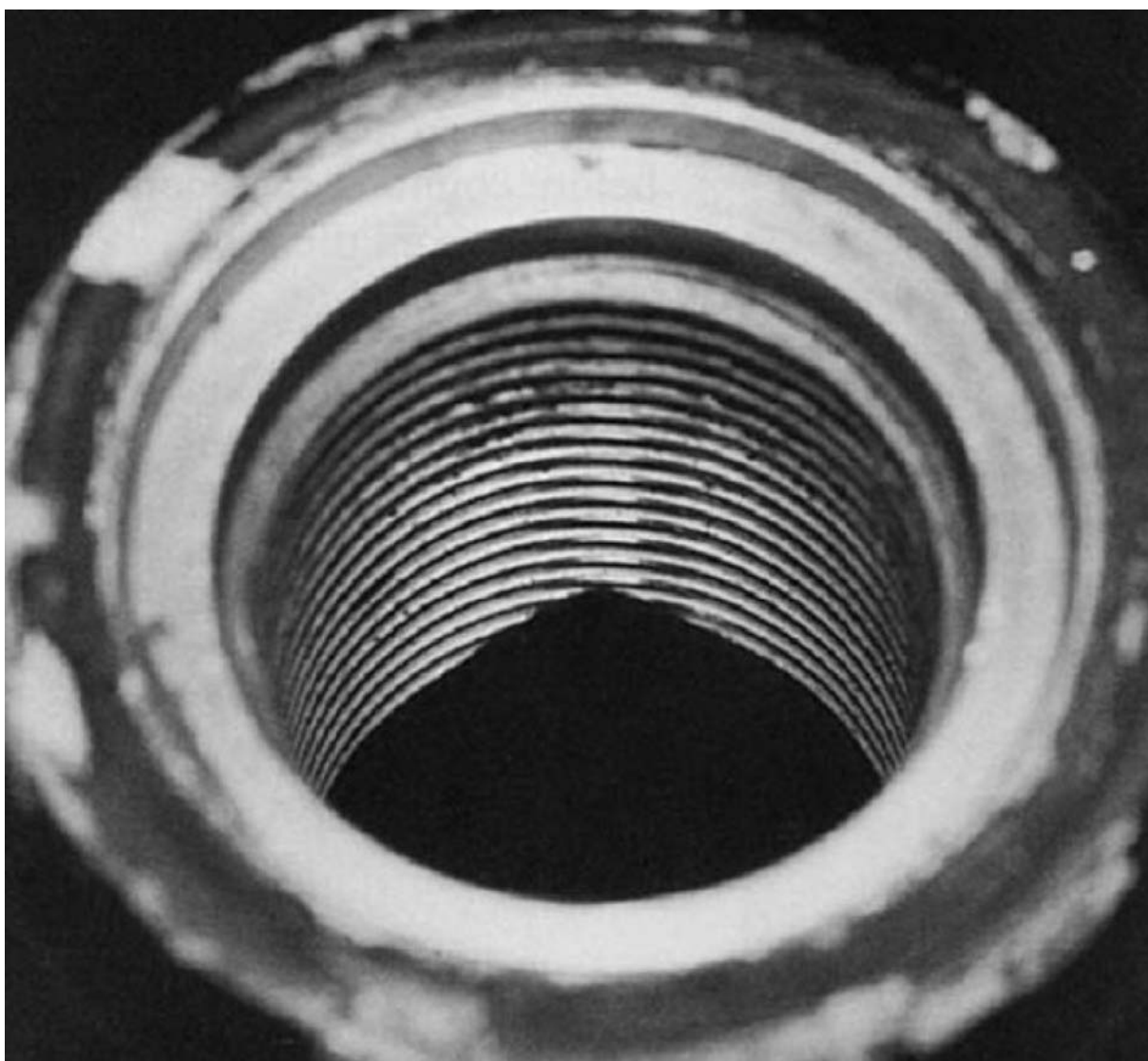


PHOTO 17

Apparence d'un angle dû à la présence d'un repli, en regardant dans le cylindre.

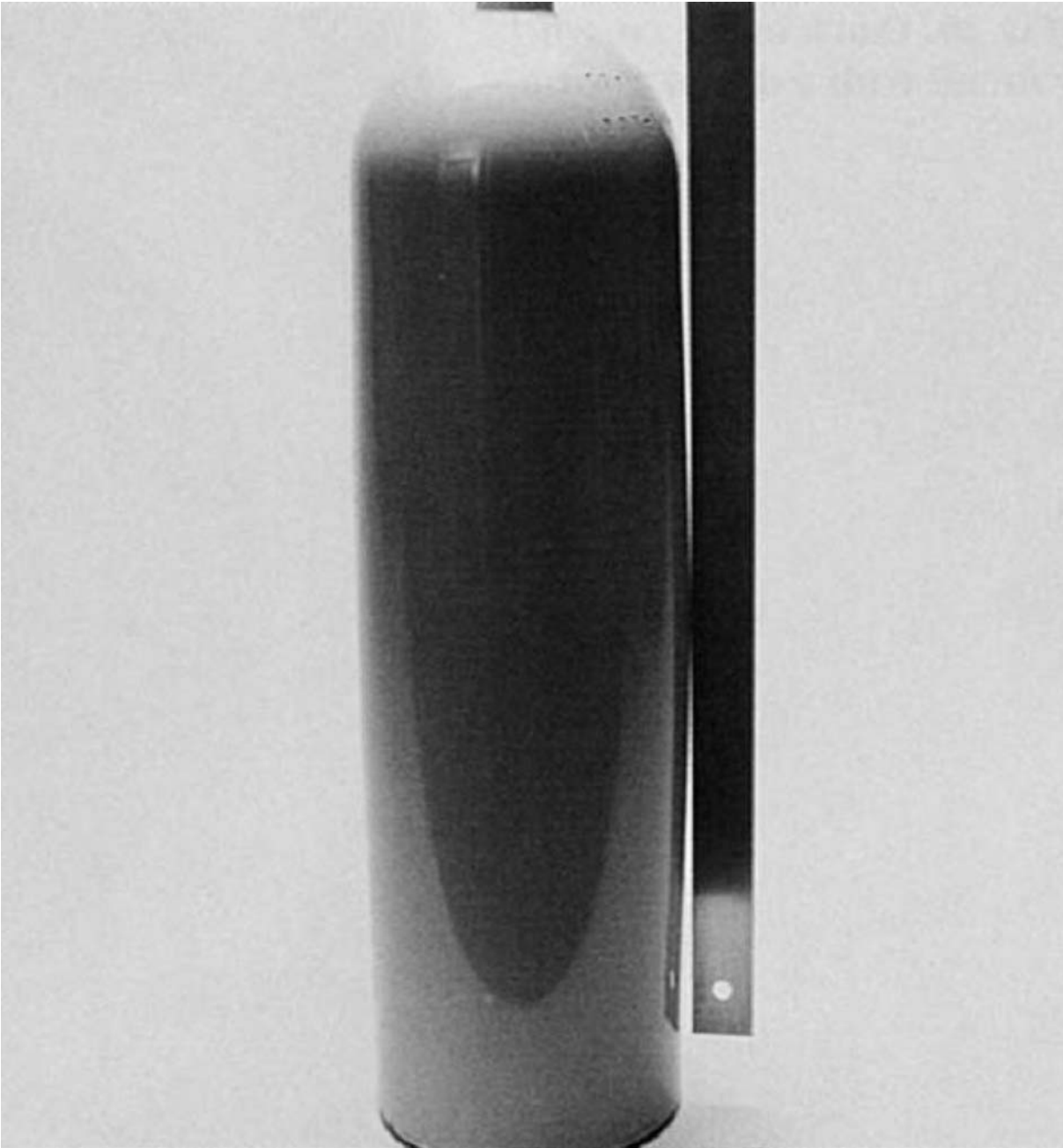


PHOTO 18

Bouteille présentant un arc ou en "forme de banane". L'arc est facilement mis en évidence à l'aide d'un réglet placé sur toute la longueur de la bouteille (voir FIGURE 12 d'un arc de l'autre côté).

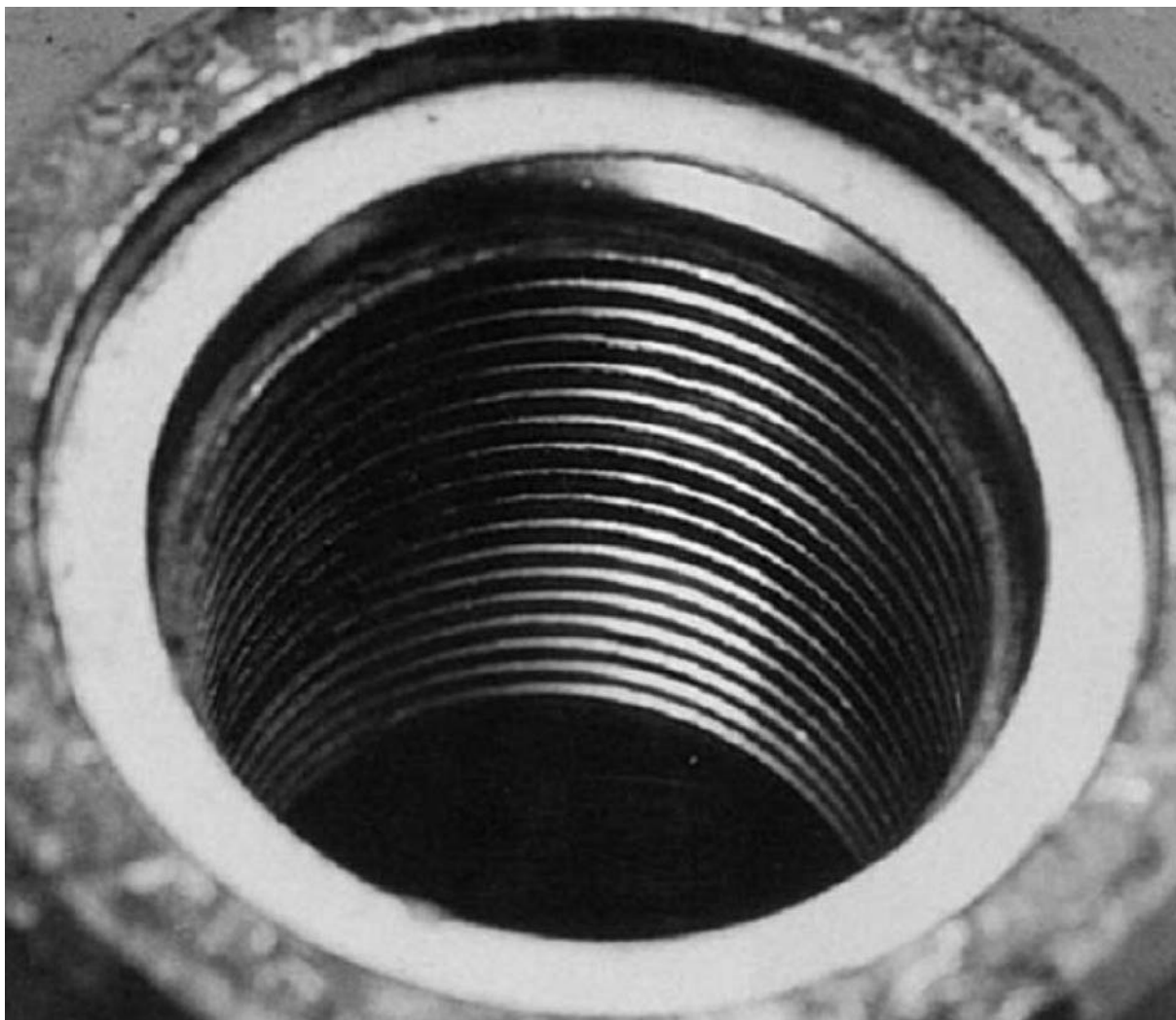


PHOTO 19

Filetage sale et usé. Les filets en bas sont usés alors que les filets du haut ne le sont pas. Les filets doivent être nettoyés avant de compter le nombre de bons filets (en commençant par le haut).

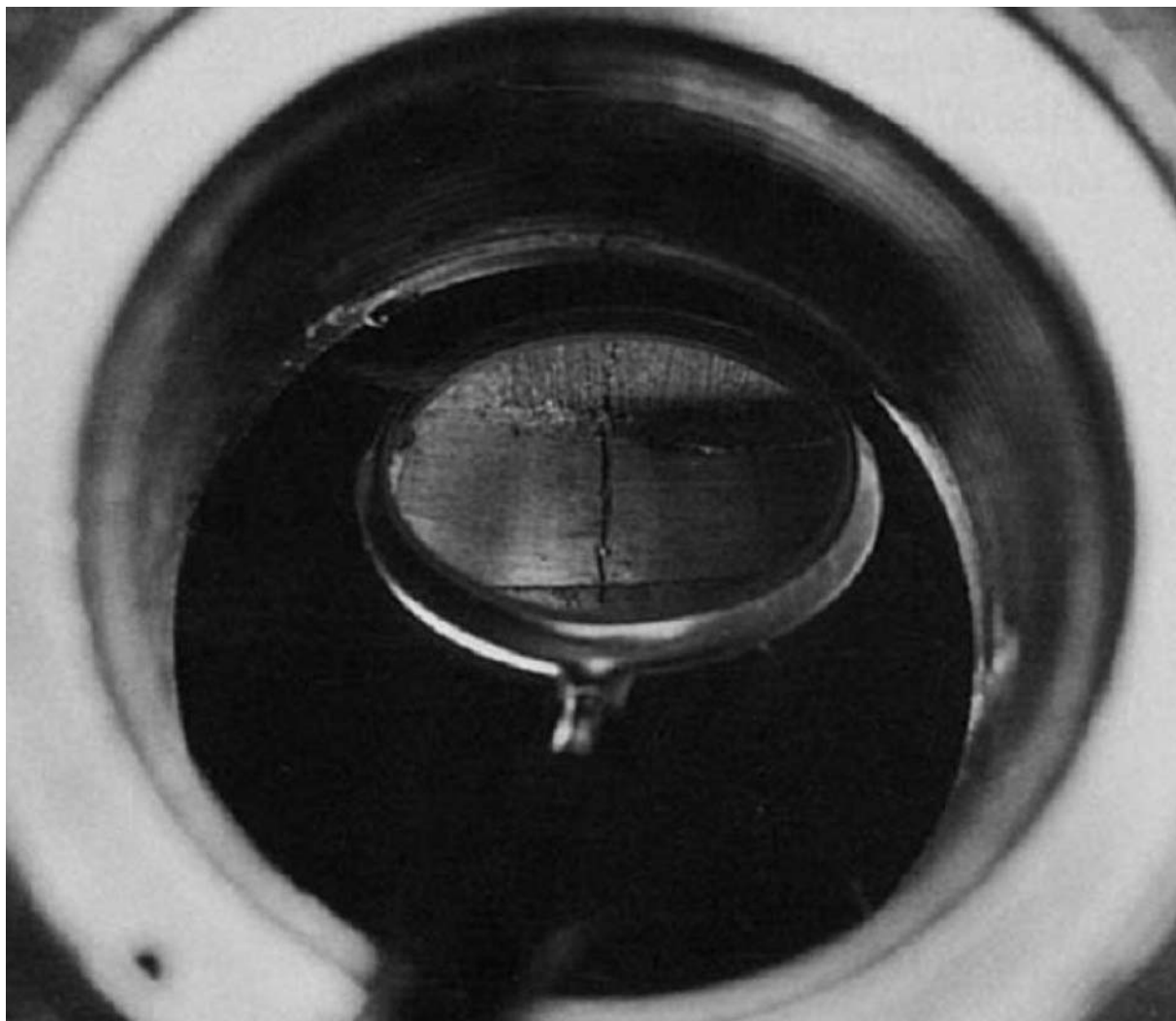


PHOTO 20

Fissure dans l'ogive, facile à trouver avec un miroir dentaire.

ANNEXE D

TABLEAU DES DIFFERENTS CRITERES DE REFUS OU D'ACCEPTATION LIES AUX DEFAUTS
PHYSIQUES OU MATERIELS DU CORPS DE LA BOUTEILLE

DÉFAUT	DESCRIPTION	REFUS	ACCEPTABLE
Saillie	Renflement visible à l'oeil nu de la surface de la bouteille.	oui	non
Enfoncement	Creux dans la surface de la bouteille n'impliquant ni pénétration, ni enlèvement de métal.	oui si Profondeur enfoncement $\geq 2\%$ du diamètre extérieur de la bouteille ou Diamètre de l'enfoncement ≤ 20 fois la profondeur de l'enfoncement	oui si Profondeur enfoncement $< 2\%$ du diamètre extérieur de la bouteille et Diamètre de l'enfoncement > 20 fois la profondeur de l'enfoncement
Entaille / goujure	Empreinte nette impliquant un enlèvement ou un déplacement du métal. Épaisseur réelle (avec cale étalon pour aluminium) ou à défaut épaisseur de calcul associée à la bouteille.	oui si Profondeur de l'enfoncement $\geq 5\%$ de l'épaisseur de la bouteille	oui si Profondeur de l'enfoncement $< 5\%$ de l'épaisseur de la bouteille
Fissure	Fente ou déchirure du métal.	oui	non
Décollement	Décollement apparaissant à la surface sous forme d'une discontinuité, d'une fissure ou d'une saillie provenant d'un défaut d'origine (repli, feuilletage du métal, recouvrement, incrustation,...) mis en évidence à l'utilisation de la bouteille.	oui	non
Dommage dû au feu	Échauffement général ou localisé excessif sur une bouteille, mis en évidence par : - la brûlure plus ou moins importante du métal, - la déformation de la bouteille, - la carbonisation ou la brûlure de la peinture.	oui	non
Appendices, bouchons, corps étrangers,	Éléments additionnels fixés sur l'ogive, le corps ou le fond de la bouteille. Toute modification apportée affectant l'intégrité de la bouteille.	oui	non

ANNEXE D

TABLEAU DES DIFFERENTS CRITERES DE REFUS OU D'ACCEPTATION LIES AUX DEFAUTS
PHYSIQUES OU MATERIELS DU CORPS DE LA BOUTEILLE (suite)

DÉFAUT	DESCRIPTION	REFUS	ACCEPTABLE
Amorçage d'arc ou coup de chalumeau	Brûlure partielle du métal, addition de métal de soudure ou enlèvement de métal lié à la présence de rainures ou critères de fusion.	oui	non
Poinçonnage	Marquage au moyen d'un poinçon métallique.		
	- marquage partiellement illisible, altéré ou erroné,	oui	oui si identification faite et après accord de la DRIRE
	- poinçonnage sur la partie cylindrique non identifiable	oui	non
Défaut d'aplomb	Mauvais positionnement de la bouteille par rapport à la verticale (défaut d'aplomb visible à l'oeil nu > 1% de la hauteur de la bouteille).	oui	non
Meulage ou tâche suspecte	Intervention effectuée après la fabrication de la bouteille.	oui A présenter en requalification	non

TABLEAU DES DIFFERENTS CRITERES DE REFUS OU D'ACCEPTATION LIES AUX CORROSIONS SUR LES PAROIS DE LA BOUTEILLE.

DÉFAUT	DESCRIPTION	REFUS	ACCEPTABLE
Corrosion généralisée	Corrosion provoquant une diminution d'épaisseur de la paroi sur une superficie $\geq 20\%$ de la surface de la bouteille.		
	- lorsque la surface du métal sain n'est pas visible	oui A présenter en requalification	non
	- lorsque la surface du métal sain est visible	oui A présenter en requalification	non
Corrosion localisée	Corrosion provoquant une diminution d'épaisseur de la paroi sur une superficie $< 20\%$ de la surface de la bouteille à l'exclusion des autres types de corrosions locales décrites ci-après.	oui si Profondeur de corrosion $\geq 1/5$ de l'épaisseur d'origine ou épaisseur mesurée $<$ épaisseur de référence.	oui si Profondeur de corrosion $< 1/5$ de l'épaisseur d'origine et épaisseur mesurée $\geq$ épaisseur de référence.
Corrosion en ligne ou piqûres en chaîne	Corrosion formant une ligne ou une bande étroite longitudinale ou circumférentielle, ou cratères ou piqûres isolés presque reliés entre eux. NB : en cas de doute, ou d'impossibilité de mesure, présenter la bouteille en requalification.	oui si Profondeur de corrosion $\geq 1/10$ de l'épaisseur d'origine et longueur totale $>$ diamètre extérieur de la bouteille ou épaisseur mesurée $<$ épaisseur de référence	oui si Profondeur de corrosion $< 1/10$ de l'épaisseur d'origine et longueur totale $<$ diamètre extérieur de la bouteille et épaisseur mesurée $<$ épaisseur de référence

Epaisseur d'origine : Epaisseur de fabrication ou épaisseur mesurée hors zone de corrosion (mesure par capteur à ultrasons).

Epaisseur de référence : Epaisseur figurant sur l'état descriptif de la bouteille ou épaisseur calculée (soit reprise dans l'état descriptif, soit calculée sur éléments probants), valeur marquée sur l'ogive de la bouteille.

