

**PROCÉDURE D'INSPECTION DES BOUTEILLES DE PLONGÉE
EN ACIER UTILISÉES POUR LA PRATIQUE
DE LA PLONGÉE SUBAQUATIQUE À L'AIR**

VISITE DES BOUTEILLES DE PLONGÉE EN ACIER, UTILISÉES POUR LA PRATIQUE DE LA PLONGÉE SUBAQUATIQUE À L'AIR

1 - DOCUMENTS RÉGLEMENTAIRES

- Arrêté du 18 novembre 1986,
- Arrêté du 15 mars 2000 modifié par l'arrêté du 30 mars 2005
- Circulaire T.I.V 864 -1 du 30 octobre,
- Fiche de procédure d'inspection visuelle de l'extérieur des bouteilles
- Fiche de procédure d'inspection de l'intérieur des bouteilles
- Fiche d'évaluation et de suivi
- Registre de visite
- Certificats de visite
- Macarons autocollants
- Fiche de contrôle visuel (bordereau à expédier à la CTR)

2 - MATÉRIEL NÉCESSAIRE

Matériel nécessaire au démontage

- un tournevis fendu pour le démontage du volant du robinet ou du levier de réserve pour les bouteilles qui en sont munies
- un maillet sans rebond ou marteau pour le déblocage de la robinetterie
- un morceau de bois pouvant servir de martyr
- un jeu de clés plates
- une source d'air comprimé basse pression (ex : un premier étage de détendeur muni d'un tuyau moyenne pression), pour démonter le culot de la bouteille et pour souffler (nettoyage)

Matériel nécessaire à l'inspection

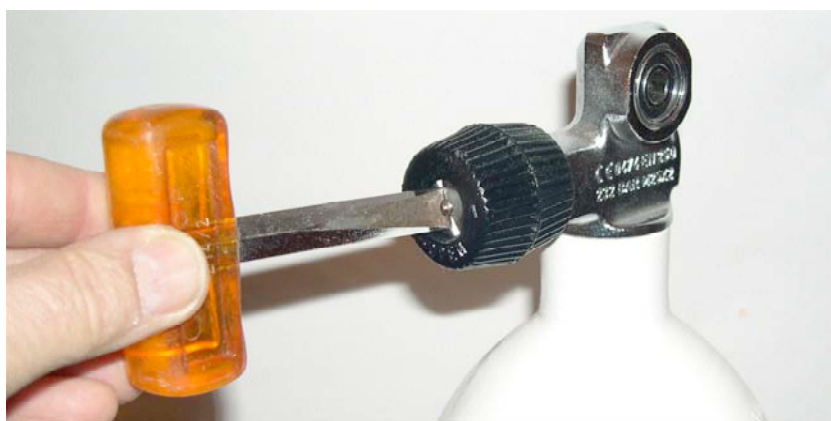
- un établi
- un support tournant
- un système d'éclairage endoscopique
- un minimesureur par ultrasons (si possible)
- deux feutres effaçables de couleurs différentes
- une baguette (pige)
- un jeu de bagues et tampons lisses et filetés "n'entre pas"
- du papier abrasif fin
- un miroir de dentiste pour l'inspection de l'intérieur de l'ogive
- un système de nettoyage de l'intérieur (grenailage et rinçage)

Les outils nécessaires au démontage du robinet



Tournevis fendu pour démonter le volant du robinet de conservation et éventuellement le levier de réserve

Démontage du volant de conservation



Démontage du robinet à l'aide d'un marteau et d'un martyr en bois

Documents nécessaires à l'inspection

- Une fiche d'évaluation et de suivi (Renseigner la fiche au fur et à mesure du déroulement de l'inspection)
- Fiche procédure d'inspection de l'extérieur
- Fiche procédure d'inspection de l'intérieur
- Planches photos des critères d'acceptation ou de refus

Dispositif de nettoyage

- Produit de nettoyage industriel de type teepol, Promoclean TP 108 AVANTEC ou shampoing dégraissant S.NET 90, de préférence biodégradable
- Il est possible d'utiliser un laveur haute pression à eau froide ou à eau chaude (type Karcher)

Matériel nécessaire au remontage

- Joints de rechange
- Huile à pulvériser à l'intérieur de la bouteille
- Graisse pour les joints et le filetage
- Clé dynamométrique
- Tournevis fendu
- Maillet ou marteau
- Martyr

3 - PRÉCAUTIONS DE DÉMONTAGE

Vider la bouteille lentement

Avant de commencer le démontage, vérifier que la bouteille est vide sinon, ouvrir légèrement le robinet pour provoquer une toute petite fuite. Il faut vider la bouteille très lentement afin d'éviter la condensation, voir même le givrage du robinet.

Cas d'un mono :

Lorsque la bouteille est vide, démonter le volant de conservation, enlever le ressort et si nécessaire, le levier de réserve. Puis à l'aide du marteau ou du maillet et d'un martyr en bois, frapper modérément sur la partie qui était recouverte par le volant de conservation, jusqu'à débloquer le robinet. Frapper toujours sur une partie pleine ou comportant une pièce intérieure. Ne jamais frapper sur une partie creuse du robinet, car le laiton est facilement déformable et il serait impossible de remonter la robinetterie.

Lorsque le robinet est débloqué, le déserrer à la main en vérifiant si la rotation ne présente pas de points durs.

Cas d'un bi-bouteilles

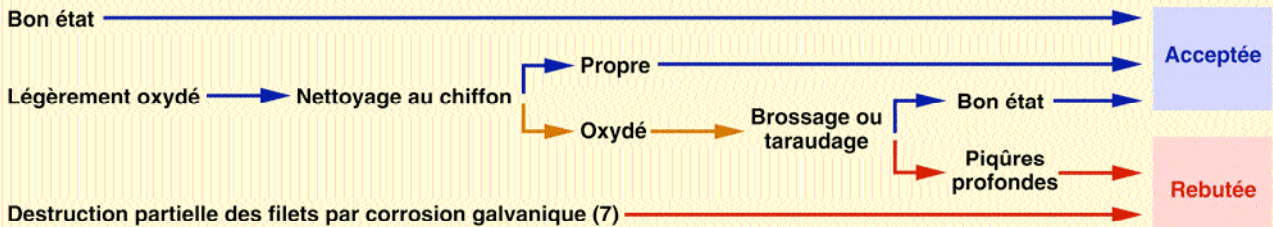
S'il s'agit d'un bi-bouteilles, le démontage du robinet nécessite d'enlever le culot. Pour

Extérieur de la bouteille

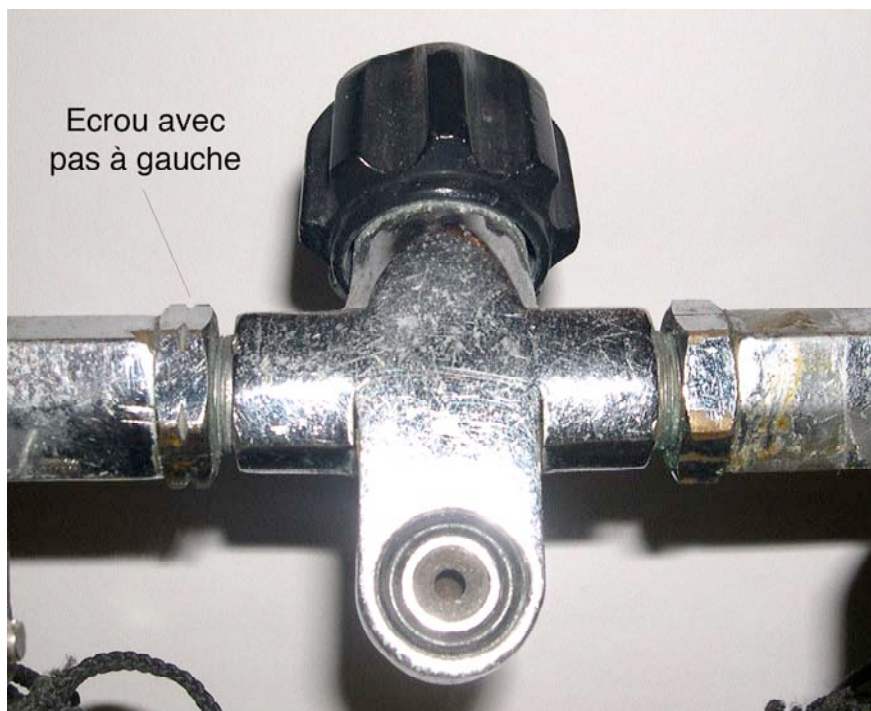
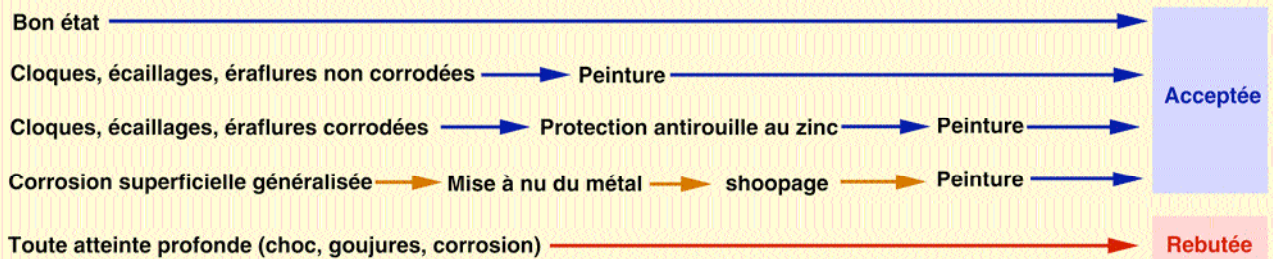
107

Procédure d'inspection visuelle

Filetage (Concerne les filets actifs)



Extérieur



cela, taper modérément sur toutes les parties du culot à l'aide du maillet pour le décoller de la bouteille. Posez le bi sur un établi et enlever le culot à l'aide du maillet. Il est préférable d'utiliser un martyr en bois pour effectuer cette opération et en aucun cas, n'utiliser un marteau qui pourrait, en cas de maladresse, provoquer des goujures à la surface du tube. Une méthode particulièrement efficace consiste à insuffler de l'air comprimé par les trous d'évacuation du fond du culot. Un vieux premier étage de détendeur muni du tuyau moyenne pression et monté sur une bouteille peut remplir cette fonction.

Lorsque le culot est enlevé, dévisser les deux contre-écrous de la barre de liaison à l'aide de la clé plate appropriée. L'un est muni d'un pas à droite et l'autre d'un pas à gauche. L'écrou au pas à gauche est reconnaissable grâce à des stries sur les angles des six pans. Dévisser la partie centrale du robinet pour désaccoupler les deux bouteilles en veillant à conserver leur parallélisme pour ne pas risquer de tordre le robinet.

Appairer bouteille et robinet

Marquer le robinet pour l'appairer avec la bouteille. Cette précaution permettra d'éviter, au remontage, le risque d'intervention avec un autre robinet de filetage différent. Il est rappelé qu'au sens de la norme EN 250 le scaphandre est un ensemble et qu'à ce titre, sa conformité à la norme s'entend bouteille + robinet. Tout remplacement d'un robinet ne peut se faire que par un robinet de même marque dont la compatibilité est garantie par le constructeur.

Démonter et enlever tous les accessoires : filet de protection, tige de réserve, bretelles...

Retourner la bouteille sur un linge propre et blanc pour recueillir les éventuels dépôts contenus dans la bouteille. Ils permettent de se faire une idée du vécu de la bouteille (traces de charbon, rouille, émulsion eau + huile...).

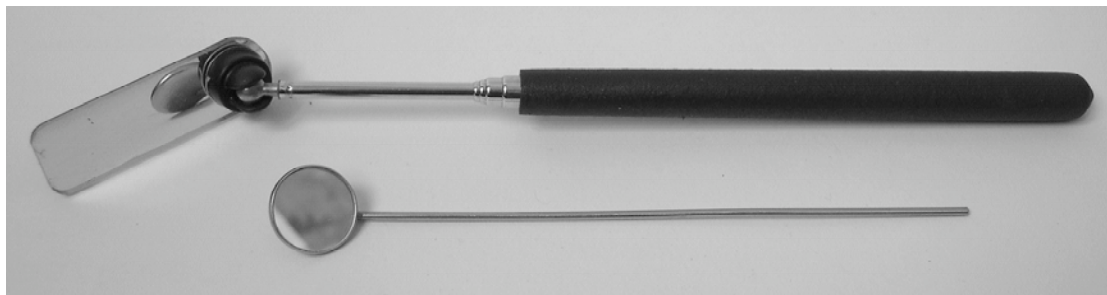
4 - INSPECTION DES ROBINETS

Reportez-vous au chapitre "La révision des robinets pour bouteilles de plongée"

5 - PROCÉDURE D'INSPECTION D'UNE BOUTEILLE

Pour que l'inspection soit réalisée dans de bonnes conditions, il est nécessaire que le technicien soit bien installé et dispose d'un établi sur lequel il pourra placer un support tournant.

Faire une marque à l'aide d'un marqueur effaçable afin de repérer la rotation de la bouteille.



Miroirs facilitant l'inspection du filetage



La corrosion galvanique du filetage conduit à la mise au rebut de la bouteille

Inspection du filetage

L'inspection du filetage peut être réalisée à l'œil nu mais sera facilitée par l'utilisation d'une source lumineuse et d'un miroir de dentiste.

Si le filetage ne présente ni traces de rouille ni piqûres, et que le démontage n'a pas mis en évidence de jeu excessif, le filetage est accepté. Le contrôle de celui-ci à l'aide de tampons lisses et filetés "n'entre pas" est utile mais ne s'impose pas. Si lors du démontage, il est constaté un jeu excessif, le contrôle à l'aide de tampons est impératif.

Si le filetage présente des traces de rouille (légère oxydation), nettoyez-le à l'aide d'un chiffon. En cas de persistance du dépôt, brossez à l'aide d'une brosse nylon ou si cela ne suffit pas à l'aide d'une brosse métallique. Il est possible de nettoyer le filetage avec un taraud approprié N°2, mais cette opération demande une certaine habitude et présente le risque, en cas de maladresse, d'endommager le filetage.

Après nettoyage, examiner à nouveau le filetage. Si celui-ci présente des piqûres ou des discontinuités, la bouteille doit être rebutée. Toute opération de nettoyage doit être suivie d'un contrôle du filetage à l'aide de tampons.

Si le filetage présente une corrosion de type galvanique avec destruction partielle du filet, la bouteille doit être rebutée (voir fig.).

Inspection de l'extérieur

Examiner successivement le fond, la paroi puis le col de la bouteille en déplaçant le système d'éclairage le long d'une génératrice et au ras de la paroi. Puis faire tourner la bouteille d'un huitième de tour et recommencer l'examen. Procéder de la même manière jusqu'à ce que vous ayez fait un tour complet. Une lumière rasante accentue le contraste et fait ressortir les défauts.

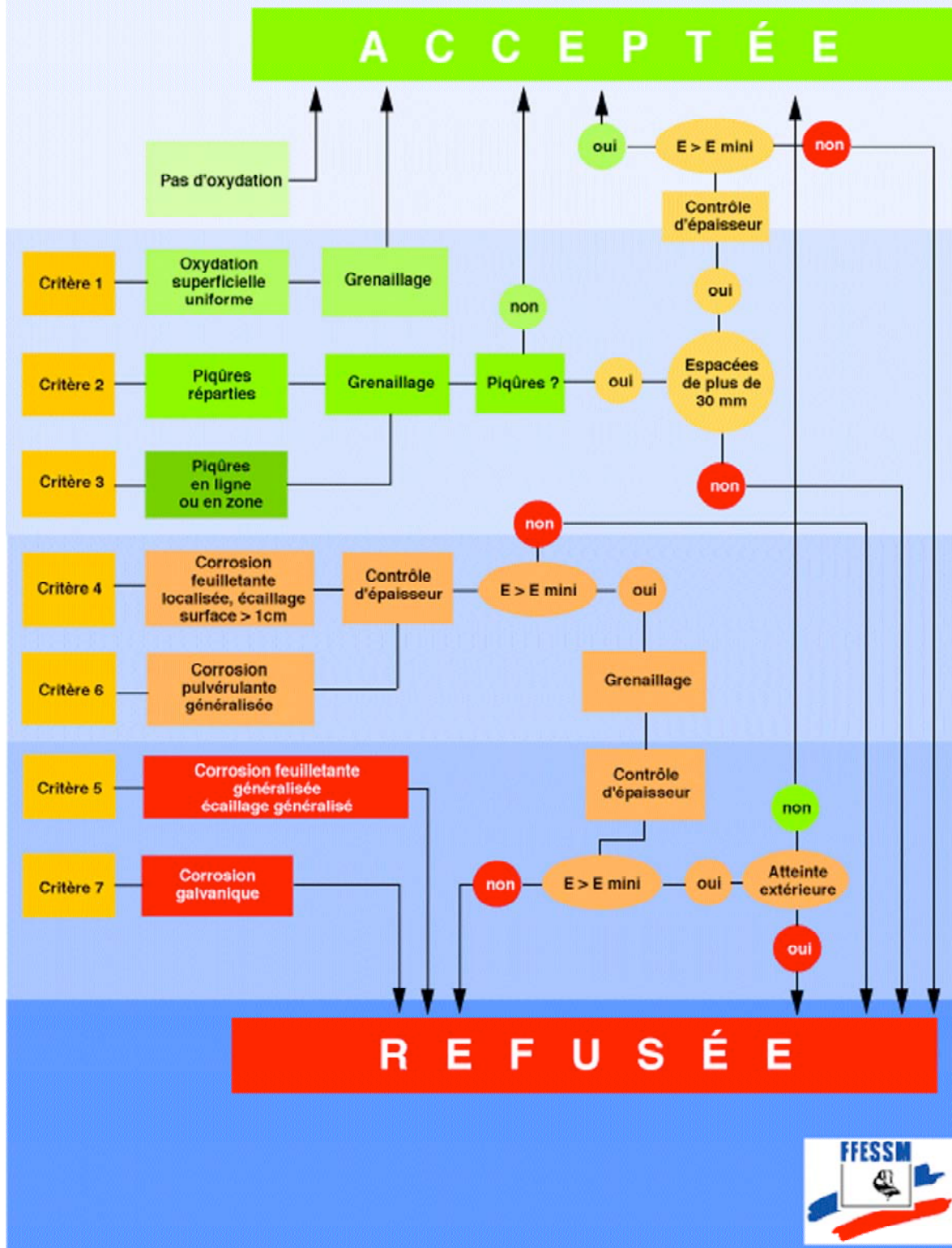
Si la bouteille présente une déformation comme un renflement, elle doit être rebutée. Toutefois ce type d'anomalie est exceptionnel sur des bouteilles en acier. Toute trace de surchauffe comme un démontage au chalumeau est un motif de rejet.

Une bouteille en bon état, ne présentant ni éclats de peinture, ni traces de corrosion, est acceptée.

Si le revêtement de peinture est endommagé, cloques, écaillages, éclats, éraflures sans traces de corrosion, procédez à des retouches à l'aide d'une peinture polyuréthane (peinture pour carrosserie de voiture ou pour coque de bateau).

Si la bouteille présente des traces d'oxydation, les nettoyer à l'aide d'un papier abrasif fin à l'eau (grain 600 ou 800) et éventuellement par application d'une solution

Procédure d'inspection de l'intérieur des bouteilles de plongée



d'acide orthophosphorique à 10 %. Rincer et sécher. Appliquer sur les parties à retoucher, une protection antirouille (peinture au zinc) puis une peinture polyuréthane.

Dans le cas d'une bouteille présentant une oxydation superficielle sur une grande surface ou une oxydation généralisée, mettre le métal à nu par sablage puis réaliser un nouveau shoopage (dépôt de zinc). Appliquer une nouvelle peinture. Cette opération qui demande des moyens importants, peut être confiée à un professionnel.

Inspection de l'intérieur

L'inspection de l'intérieur nécessite l'utilisation d'un dispositif d'éclairage. Un système d'éclairage en lumière froide par fibre optique donne de bons résultats mais il est relativement facile de fabriquer un système d'éclairage à l'aide d'une pile, de deux morceaux de fil électrique rigide, d'une douille et d'une ampoule. L'utilisation d'une ampoule légèrement survoltée donnera un éclairage plus performant (ex: ampoule de 3,2 volts pour une pile de 4,5 volts).

Commencer par faire une inspection rapide pour déceler la présence de rouille. Si l'état général de la bouteille ne permet pas d'effectuer la visite (présence d'un dépôt de rouille) procéder à un grenailage de la bouteille. A cet effet, le tonnelage est un procédé efficace et peu agressif pour la surface. Il consiste à faire tourner la bouteille avec une charge de corindon (environ 1/3 du volume de la bouteille) à une vitesse de 30 tours par minute environ. Cette opération peut être réalisée à sec ou avec addition d'un liquide lubrifiant.

Extraire le corindon, laver et sécher la bouteille et procéder à l'inspection. Un lavage à l'eau très chaude peut provoquer la formation d'un film d'oxyde de couleur rougeâtre non nuisible.

Inspection du tube

Comme pour l'extérieur, procéder à l'inspection en déplaçant le dispositif d'éclairage d'un bout à l'autre de la bouteille et en la faisant tourner d'un huitième de tour après chaque passage.

Repérer les emplacements qui semblent poser un problème d'interprétation en marquant l'endroit sur l'extérieur de la bouteille. Pour cela, on pourra s'aider d'une baguette (pige) pour repérer la distance par rapport au goulot. Un dispositif qui donne de bons résultats est l'utilisation d'un morceau de fil électrique rigide ou de fil de fer recourbé en forme de compas. Entrer l'une des branches du compas dans la bouteille et placer la pointe sur la zone suspecte. Approcher l'autre pointe de la paroi externe de la bouteille et marquer l'endroit à l'aide d'un feutre. C'est autour de cet emplacement qu'il faudra explorer à l'aide du minimesureur par ultrasons, pour lever le doute.

CRITERES DE L'INSPECTION VISUELLE



Sans corrosion

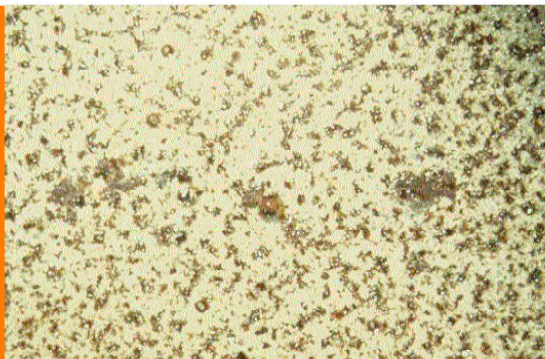
10 mm



Critère 1

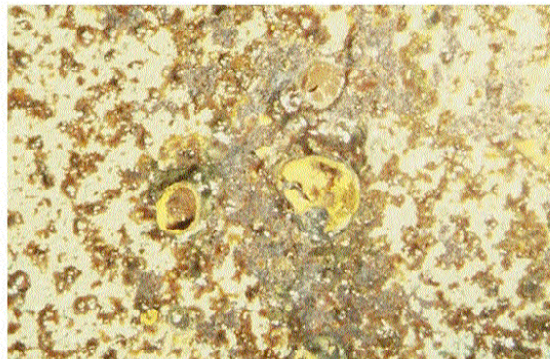
10 mm

Acceptable



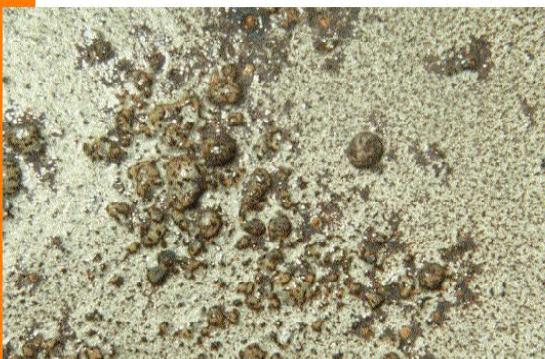
Critère 2

20 mm



Critère 2

2 mm



Critère 3

20 mm



Critère 3

10 mm

Contrôle d'épaisseur

J.P. Montagnon - Mars 2004

L'expérience montre que la mesure par ultrasons n'est nécessaire que dans un très petit nombre de cas. Il n'est pas nécessaire de disposer d'un minimesureur au sein même du club mais il est utile de pouvoir en emprunter un en cas de nécessité (Comité départemental, régional ou interrégional). Dans le cas contraire il faudra avoir recours à un professionnel.

Classer les zones repérées suivant les critères de corrosion définis ci dessous et appliquer la procédure d'inspection de l'intérieur des bouteilles (document I8).

Critère 1 : Oxydation superficielle uniforme

Film d'oxyde parfaitement adhérent, sans piqûres locales, les parois conservent un aspect métallique de coloration brune

Décision : acceptable

Critère 2 : Petites piqûres réparties

Petites boursouflures de 1 à 2 millimètres de diamètre, réparties sur une oxydation superficielle uniforme.

Décision : Des piqûres de dimension apparente inférieure au millimètre et espacées de 30 millimètres au moins peuvent être acceptées. Si les piqûres sont de dimension plus importante ou d'espacement plus faible, il faudra procéder à une mesure d'épaisseur par ultrasons.

Remarque : Compte tenu de la prise en charge par les TIV de la visite annuelle et de l'entretien des bouteilles de plongée, la quasi totalité des bouteilles inspectées relève des critères 1 et 2. Les critères suivants ne sont donnés qu'à titre indicatif et ne sont plus rencontrés en utilisation normale.

Critère 3 : Piqûres en ligne ou en zone

Petites boursouflures de 1 à 2 millimètres de diamètre, pouvant se présenter ou non sur une oxydation superficielle uniforme et alignées suivant une génératrice du tube ou rassemblées en zone de surface limitée.

Critère 4 : Corrosion feuilletante localisée, écaillage

Peut être observée sur une surface oxydée uniformément ou non. Ce type de corrosion se présente sous l'aspect de plaques d'oxyde (rouille) non adhérentes. On retrouve généralement cet oxyde sous forme pulvérulente, dans le fond de la bouteille. C'est l'état qui précède une corrosion généralisée avec piqûres profondes.

Critère 5 : Corrosion feuilletante généralisée, écaillage généralisé

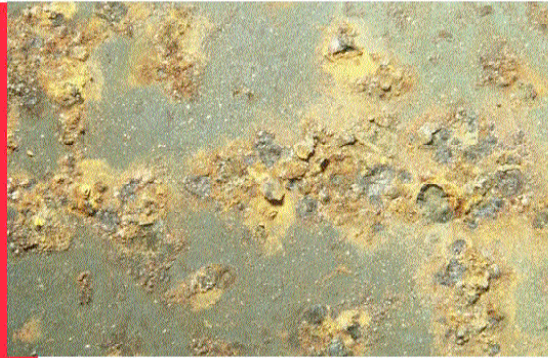
Plaques d'oxyde (rouille) qui se détachent de toute la surface de la bouteille.

Critère 6 : Corrosion pulvérulente locale ou généralisée

L'oxydation apparaît sous forme d'une poudre accrochée à la paroi ou tombée dans le fond de la bouteille.

CRITERES DE L'INSPECTION VISUELLE

(suite)



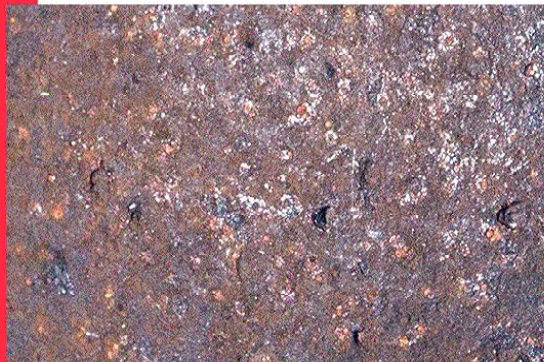
Critère 4

20 mm



Critère 5

20 mm



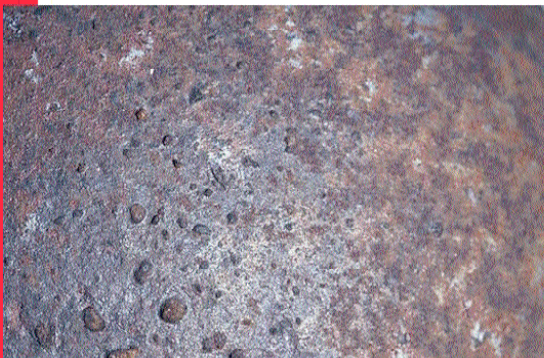
Critère 6

40 mm



Critère 7

10 mm



Corrosion généralisée
(aspect après grenaillage)

20 mm



Corrosion généralisée
(aspect après grenaillage)

5 mm

Danger : Rejet

J.P. Montagnon - FFESSM Mars 2004

Décision critères 3, 4, 5, et 6 : L'épaisseur résiduelle doit être simultanément:

- supérieure à l'épaisseur de calcul,
- au moins égale à 90% de l'épaisseur initiale.

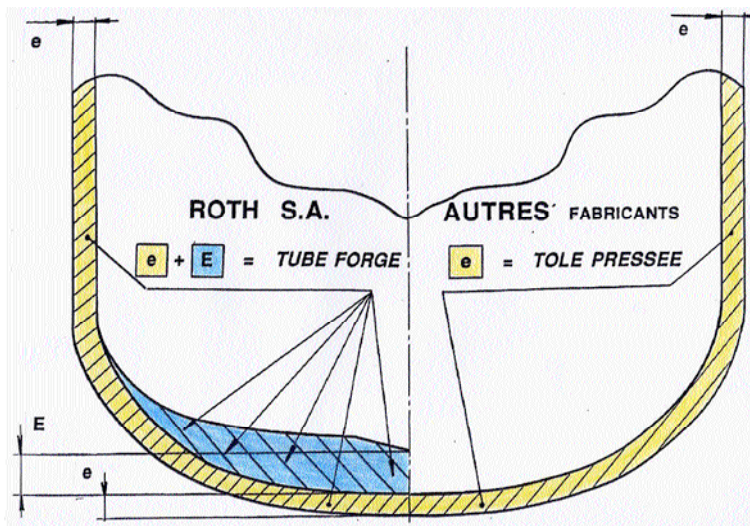
Critère 7 : Corrosion galvanique

Oxydation intense à proximité immédiate d'un couple d'alliages ou de métaux différents. Exemple: base du filetage recevant la robinetterie.

Décision : Si l'oxydation est superficielle et localisée à la base du filetage, coté ogive, la bouteille est acceptable. Dans le cas d'une corrosion par piqûre avec destruction partielle des filets actifs, la bouteille est inacceptable.

Inspection du fond.

Le fond est le réceptacle de l'eau de condensation lorsque la bouteille est stockée debout et doit faire l'objet d'une attention particulière lors de l'inspection. La décision sera pondérée en fonction l'épaisseur initiale, elle même dépendant du mode de fabrication. Les fonds obtenus par fluotournage d'un tube sans soudure sont plus épais (au moins une fois et demi l'épaisseur de la paroi du tube, suivant les textes réglementaires) que les fonds obtenus par mise en forme d'une tôle. Par contre ces fonds peuvent présenter des replis de forgeage. L'opération de lamage (voir chapitre fabrication) a pour but d'éliminer ces replis mais certains peuvent subsister notamment dans le congé de raccordement tube-fond. Leur présence n'altère en rien la résistance et n'est pas un critère de rejet.

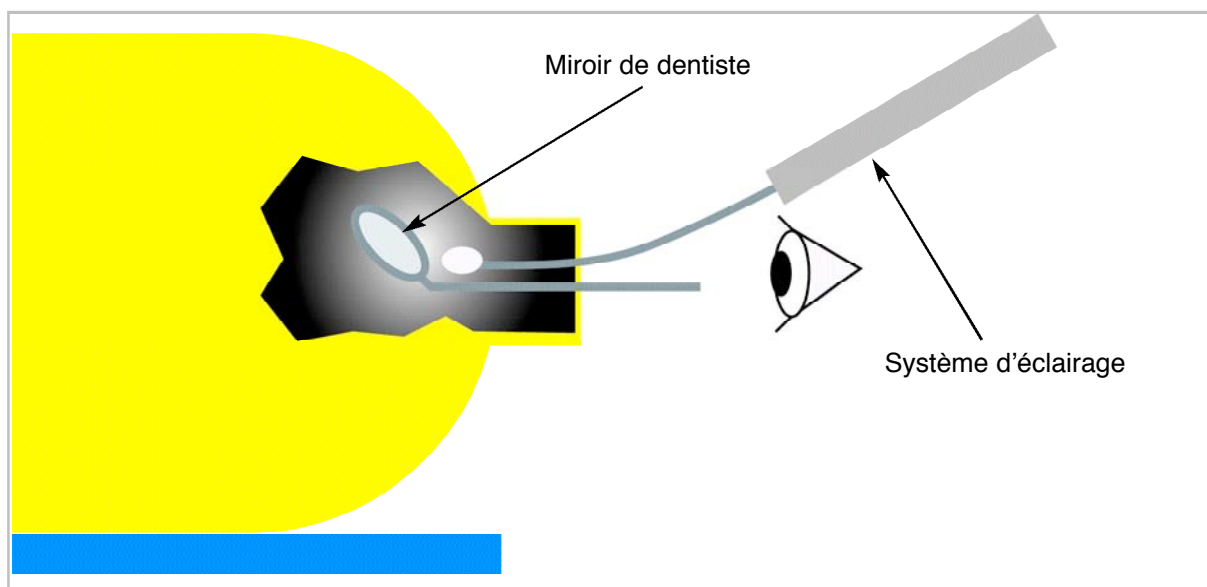


Les fonds obtenus par fluotournage d'un tube sans soudure sont plus épais (au moins une fois et demi l'épaisseur de la paroi du tube).

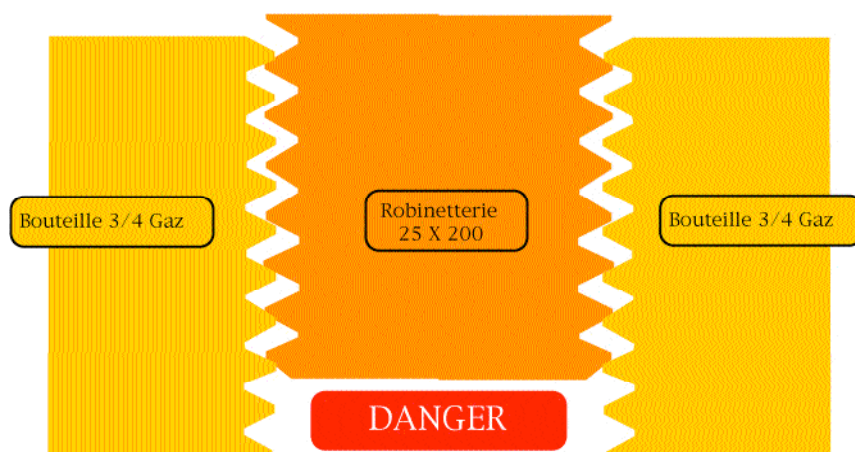
(D'après un document Roth)

Inspection de l'ogive

L'inspection de l'ogive nécessite l'utilisation d'un miroir. L'ogive présente souvent des ondulations du métal générées par le mode de mise en forme.



Utilisation d'un miroir de dentiste pour l'inspection de l'ogive



Position d'un robinet 25 X 2 dans une bouteille 3/4 gaz

5 - PRÉCAUTIONS DE REMONTAGE

Si au démontage, le robinet a bien été repéré, il ne devrait pas y avoir de risque d'erreur de filetage au remontage. En cas de doute, il est possible de contrôler le pas de 2 mm du filetage 25 X 2 à l'aide d'une jauge de filetage. Après avoir vérifié la compatibilité des filetages, les avoir nettoyés soigneusement, enduit d'une fine couche de graisse silicone les deux parties et remis un joint torique neuf, revisser le robinet à la main. Celui-ci doit se visser sans effort ni jeu excessif. Dans le cas contraire, les filetages doivent impérativement être vérifiés à l'aide de tampons et de bagues lisses et filetés "n'entre pas", respectivement pour les robinets et les bouteilles. Certains constructeurs préconisent un serrage final à 50 N.m (5 m.kg) à l'aide d'une clé dynamométrique. Il faut rappeler que ce n'est pas la valeur du serrage qui assure l'étanchéité et qu'un serrage trop fort peut déformer le filet du robinet en laiton et/ou provo-

Compatibilités et incompatibilités des filetages

		Robinet			
		Filetage	25 X 200 SI	M25 X 2 ISO	3 / 4 NPSM
Bouteilles	25 X 200 S.I	Se monte	Ne se monte pas Nota 2	Ne se monte pas	Ne se monte pas
	M25 X 2 ISO	Se monte sans danger	Se monte	Ne se monte pas	Ne se monte pas
	3 / 4 NPSM	Danger Nota 1	Danger Nota 1	Se monte	Ne se monte pas Nota 2
	3 / 4 BSP	Danger Nota 1	Danger Nota 1	Se monte sans danger	Se monte

Nota 1 : peut se monter si robinet au mini et bouteille au maxi : **DANGER.**

Nota 2 : peut se monter si robinet au mini et bouteille au maxi : **SANS DANGER**

Marques	Filetages utilisés par les fabricants français			
Beuchat	Avant 1983	1983 / 1984		Depuis 1985
	25 X 200 S.I. R 3/4 DIN 259	25 X 200 S.I. R 3/4 DIN 259 M25 X 2 6H ISO		M25 X 2 6H ISO
Cavalero	Avant 1985	1985		Depuis 1986
	R 3/4 DIN 259	Bi 2 X 8,9 L R 3/4 DIN 259	Mono M25 X 2 6H ISO	M25 X 2 6H ISO
Scubapro	Avant 1987	1987 / 1988		Depuis 1989
	R 3/4 DIN 259	R 3/4 DIN 259	M25 X 2 6H ISO	M25 X 2 6H ISO
Aqualung	Avant 1987		Depuis 1987	
	25 X 200 S.I.		M25 X 2 6H ISO	

Les robinets doivent être montés exclusivement sur des bouteilles de filetage identique. On doit pouvoir monter librement, à la main, et sans jeu excessif, le robinet sur la bouteille puis serrer à la clé dynamométrique : couple 50 N.m. Un jeu anormal doit conduire à la vérification des filetages à l'aide de bagues et tampons "n'entre pas". En cas de doute, consulter un professionnel.

Certificat de visite à remettre à l'utilisateur

Cocher le mois et l'année de la prochaine visite.

Mois

Année

quer une corrosion de contact.

6 - ENREGISTREMENT DE LA VISITE

Rappelons que la visite d'une bouteille par un TIV n'est possible qu'aux conditions suivantes :

- Que le TIV soit inscrit sur la liste des TIV sur le registre du club. La liste doit être validée par le Président du club,
- Que la bouteille soit inscrite dans la page "inventaire des bouteilles de l'association" ou dans "l'inventaire des bouteilles des membres et personnels de l'association" sur le registre de visite du club,

L'enregistrement de la visite comprend les opérations suivantes :

- Renseigner la fiche d'évaluation et de suivi de la bouteille. Cette fiche doit être conservée dans les archives du club,
- Dans le cas d'un rejet, une fiche de rejet doit être remplie en deux exemplaires. L'un

BOUTEILLE VISITEE	RESULTAT DE LA VISITE — PERIODIQUE — AVANT EPREUVE
Nom du propriétaire :	Nom du T.I.V. : N° T.I.V. :
Adresse :	Observations :
Identification de la bouteille	
Constructeur : Marque :	Décision : Date :
N° : Capacité :	REPREUVE AVANT LE :
Date de 1 ^{re} épreuve : PE :	Le T.I.V. Signatures Le Propriétaire
Date de dernière épreuve :	

sera conservé dans les archives du club, l'autre retourné à la Commission Technique Régionale,

- Renseigner une case du registre par bouteille visitée
- Adresser à la Commission Technique Régionale la fiche d'enregistrement des visites. La CTR adressera en retour le nombre d'autocollants correspondant au nombre de bouteilles visitées. Ces autocollants seront placés sur les bouteilles après avoir poinçonné le mois et l'année de la prochaine visite.
- Dans le cas d'une bouteille qui doit quitter le local du club (bouteille du club prêtée à un membre ou bouteille appartenant à un membre ou à un employé du club), remplir le certificat de visite et le remettre à l'utilisateur de la bouteille.

notes