

F. C INGENIERIE sous-marine

Siège Social : Résidence Le Nautica 9 corniche de Neuburg 34200 SETE France
SIRET 441 627 528 00017 - Code APE 7112 B - N° TVA intracommunautaire FR 454 416 27 528
tél : (+33) 6 14 86 83 18 Mail : cobos.f@wanadoo.fr Web : <https://f-cobos.jimdo.com/>



Agences :

- Caraïbes à FORT de FRANCE Martinique GSM : 06 96 20 96 25 ou 06 96 48 29 32
- Sud AIX en PROVENCE GSM : 06 15 78 63 38
- Centre Saint ETIENNE GSM : 06 14 86 83 18

Fort de France : février 2018

LE SOUDAGE EN PLEINE EAU

Par : **Hervé BARREDA**

Responsable de l'agence Caraïbes - Ingénieur Chargé d'études - Corrosionniste certifié Afnor/Compétence en Protection Cathodique Secteur Mer - Membre du CEFRACOR*
Scaphandrier-Plongeur professionnel IIA et Expert du RST** Ex-Responsable du Service des Phares et Balises-Polmar de La Martinique (2010-2015)



Soudage en pleine eau - AMOE - wharf de Léava à Futuna - Wallis et Futuna - Pacifique Sud

*Centre Français de l'AntiCorrosion 28 Rue Saint-Dominique, 75007 Paris- Site : www.cefracor.org

**Réseau Scientifique et Technique du Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer actuellement de la Transition écologique et solidaire pendant 29 ans (de 1981 à 2010 CEREMA)

I - Les normes du soudage en pleine eau

Le soudage en pleine eau est réglementé par les normes suivantes :

- NF EN ISO 15618-1 Novembre 2016 «Épreuve de qualification des soudeurs pour le soudage sous l'eau - Partie 1 : soudage hyperbare en pleine eau - Épreuve de qualification des soudeurs pour le soudage sous l'eau - Partie 1 : scaphandriers soudeurs pour le soudage hyperbare en pleine eau »
- NF EN ISO 9606-1 Août 2017 « Épreuve de qualification des soudeurs - Soudage par fusion - Partie 1 : aciers - Épreuve de qualification des soudeurs - Soudage par fusion - Partie 1: Aciers »

A noter que l'épreuve de l'épreuve de qualification consiste à réaliser trois types de soudure sur des pièces métalliques immergées. Les éprouvettes (*figure 3*) sont ensuite examinées par l'Institut de Soudure (IS).

II - Principe du soudage en pleine eau et matériel de soudage

Principe du soudage

Le soudage en pleine eau est une opération difficile, qui demande du savoir faire. Les résistances à attendre des soudures sous l'eau sont moindres qu'à l'air libre, environ 80 % de moins. La soudure à l'arc électrique s'effectue, comme à l'air libre, au moyen d'un métal d'apport contenu dans une baguette à souder et fondue par la chaleur de l'arc. Le courant utilisé est en principe du très basse tension (TBT) continu (DC pour *direct current*) ou redressé, de 24 à 40 V en tension de service. A vide la tension peut monter à 60 ou 75 V. L'emploi du courant alternatif est beaucoup plus dangereux et doit être proscrit. Les intensités appelées sont très fortes : de 150 à 250 A. Précisons que l'intensité de réglage est fonction de la longueur de câble et du type de soudure à réaliser (*pour information : descendante environ 150 A d'intensité*).



Figure 1 : Coffret coupe circuit avec ampèremètre et voltmètre - Wharf de Futuna



Figure 2 : Porte électrode Broco BR21



Figure 3 : Vue d'une soudure en coupe (pénétration) après sciage et meulage - INPP

Les câbles (*figures 4 et 7*) nécessaires pour transporter de telles intensités ont des sections d'autant plus fortes qu'ils sont longs.



Figure 4 : Câbles de soudage - Wharf de Futuna



Figure 5 : Poste à souder diesel autonome - Wharf de Futuna



Figure 6 : Électrodes de soudage Broco Underwater SoftTouch

Ils présentent une raideur non négligeable qui peut gêner le travail d'un plongeur non habitué à leur maniement. Des bouées type Nocalon (*figure 7*) sont fixées sur le câble pour l'alléger et éviter le «ragage» sur le fond.

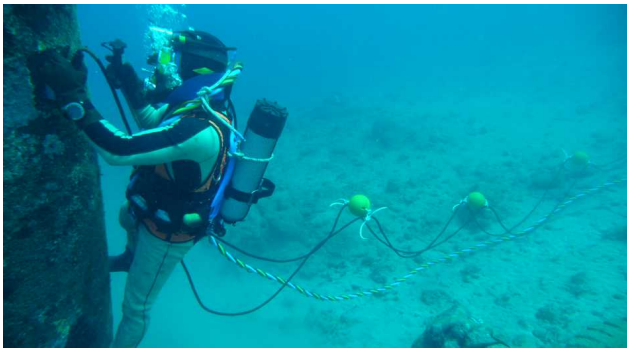


Figure 7 : Câbles de soudage avec bouées - Wharf de Futuna



Figure 8 : Préparation de l'intervention - Wharf de Futuna

L'opérateur fixe, solidement, une prise de masse sur la structure. Il dirige ensuite vers l'emplacement de la soudure l'électrode, tenue au moyen d'une pince porte-électrode isolante (figures 2 et 7), et donne le signal d'envoyer le courant à la surface. (le courant doit toujours être coupé pendant le changement d'électrode et/ou les évolutions du plongeur). Des effets locaux d'électrolyse se font sentir. On les limite en utilisant des électrodes entourées d'un revêtement isolant spécial.

Par ailleurs, l'expérience montre qu'il faut inverser la polarité (structure négative et électrode positive). Cette disposition réduit les dégagements de gaz au voisinage de la soudure, dont l'effet tendrait à rendre celle-ci poreuse.

Le plongeur (figure 9) est isolé de tout contact électrique avec des gants caoutchouc solides recouvrant son vêtement. Il est muni d'un verre teinté amovible fixé sur le casque, qui le protège de l'intensité lumineuse de l'arc.

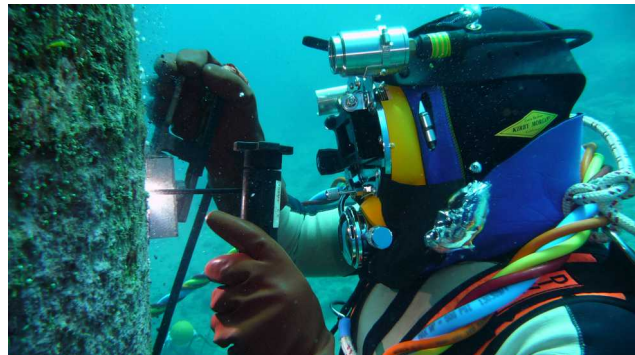


Figure 9 : Soudage en pleine eau, porte électrode Stinger - Wharf de Futuna

Matériel de soudage nécessaire

- poste de soudage de chantier sur roues (figure 5) thermique autonome à gasoil et insonorisé (courant continu d'intensité 380/400 A)
- câbles (ligne de soudage et ligne de masse avec pince-crocodile), longueur 45 mètres et diamètre 50 mm² (figure 4) avec connecteurs, ...
- coffret coupe circuit bipolaire (figures 1 et 11), avec :
 - .2 longueurs de câble de 15 m allant du poste de soudure jusqu'au coupe circuit (disposition nécessaire pour que le COH -Chef d'Opération Hyperbare- coupe le courant à chaque changement d'électrode ou déplacement du plongeur)
 - .prévoir également un ampèremètre et un voltmètre sur le coffret coupe circuit.
- porte électrode (type pince MOS -welding stinger- ou pince Broco BR 21 - figures 2 et 9) avec un kit de pièces de rechanges (joints, olives, ...)
- boîtes d'électrodes de soudage (type Barracuda Gold, Broco Underwater,...- figure 6)

III - Moyens à mettre en œuvre (liste non exhaustive)

Matériel général

- bungalows ou containers de chantier :
 - .1 salle de réunion/bureau
 - .1 container atelier
 - .1 bloc sanitaire (vestiaire, douches et wc) avec un point d'eau pour le rinçage du matériel (bac)

- matériel de sécurité : pharmacie de 1^{er} secours, oxygénothérapie et désinfectant
- 1 véhicule utilitaire de chantier
- 1 compresseur de chantier air BP 10m³/minute 12 bars, plus 100 m de tuyaux air comprimé et raccords tête de chat ou un compresseur HP avec blocs
- 1 brosse pneumatique + brosses de rechanges
- 1 détartreur à aiguilles pneumatique
- 1 meuleuse pneumatique
- 1 poste de soudage de chantier (figure 5), câbles, pince, porte électrode, coupe circuit, électrodes (voir § ci-après)
- 1 échelle pour mise à l'eau des plongeurs avec serre-joints
- 1 chariot élévateur ou un transpalette
- 1 mesureur de potentiel électrochimique ou une électrode Ag/AgCl/eau de mer
- 1 appareil photo/vidéo sous-marin avec caisson étanche
- équipement collectif de plongée (voir § ci-après)
- équipement individuel de plongée (voir § ci-après)
- kit de petit matériel collectif (voir § ci-après)
- 1 gabarit alu de pose des anodes en alu



Figure 10 : Compresseur de chantier HP Atlas Copco avec graisseur en ligne - Wharf de Futuna



Figure 11 : Coupe circuit Piranha 400 A - Wharf de Futuna

Équipement collectif de plongée

- 1 compresseur à air respirable HP de chantier 10 m³/h (figure 12) plus 6 bouteilles de plongée de 15 l
- 1 compresseur air respirable BP, thermique autonome diesel et insonorisé (exemple : 13 bars/38 m³/h pour 2 scaphandriers) avec kit de pièces de rechanges (charbon actif, joints, ...)
- 1 tableau de contrôle surface portable (figure 13) air, pneumo et communication surface (utilisable avec blocs de plongée ou compresseur basse pression -BP-)
- 1 narguilé ombilical équipé - 60 m de longueur avec tuyau 3/8 pour l'air + câble de téléphone 4 fils blindés (air, pneumo et communication surface)
- 12 flotteurs type Nokalon, de 6 litres (allègement câbles et évite le «ragage» au fond - figure 7)



Figure 12 : Compresseur HP Bauer - Wharf de Futuna



Figure 13 : Contrôle surface : com KMACS 5 et vidéo - Wharf de Futuna

Équipement individuel de plongée

- 1 masque facial (KMB 18 ou 28B ou AGA) complet avec bornier et communications
- 2 vitres à souder (teinte n°6 et/ou 7) et porte vitre amovible pour le facial (écran de soudage)
- 1 paire de gants de soudage en caoutchouc
- 1 harnais de sécurité avec une bouteille secours équipée avec 1^{ier} étage détendeur et tuyau
- 1 combinaison de plongée avec chaussons, cagoule et palmes de travail



Figure 14 : Scaphandrier équipé - INPP Marseille

Kit de petit matériel collectif

- 2 paires de gants caoutchouc de soudage sous-marin
- 5 paires de gants MAPA de ménage utilisés sous les gants caoutchouc
- 2 cagoules néoprène en L ou XL de 3 ou 4 mm
- 4 paires de chaussons néoprène de 3 à 4 mm avec semelle
- 2 mousquetons inox
- 20 mètres de bout en diamètre 12 mm et 20 m de 6 mm
- 1 parachute de manutention de 100 litres pour positionner les anodes (92 et 72 kg) à la bonne profondeur d'immersion
- 1 sangles à cliquet inox pour plaquer l'anode à souder, en ceinturant le pieu
- 6 brosses métalliques laiton avec manche
- 2 piquettes de soudeur pour éliminer le laitier
- 2 marteaux de maçon avec taillant courbe d'un côté. Préparation des zones de soudage des cavaliers supports sur les pieux
- 2 seaux plastiques, de maçon, de transport du matériel sous l'eau (cavaliers, électrodes, clef, ...)



INPP Marseille/BV Mise à l'eau - Stage soudage en pleine eau