

NORME INTERNATIONALE **ISO** 3879



INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

● **Joints soudés — Pratiques recommandées pour l'examen par ressuage**

Welded joints — Recommended practice for liquid penetrant testing

Première édition — 1977-09-01

CDU 621.791 : 620.179.111

Réf. n° : ISO 3879-1977 (F)

Descripteurs : soudage, joint soudé, essai, essai non destructif, essai de pénétration.

AVANT-PROPOS

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique correspondant. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO.

La Norme internationale ISO 3879 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 44, *Soudure*, et a été soumise aux comités membres en août 1975.

Les comités membres des pays suivants l'ont approuvée :

Afrique du Sud, Rép. d'	Finlande	Royaume-Uni
Allemagne	France	Suède
Autriche	Inde	Suisse
Belgique	Irlande	Tchécoslovaquie
Bésil	Italie	Turquie
Bulgarie	Mexique	U.R.S.S.
Canada	Nouvelle-Zélande	U.S.A.
Égypte, Rép. arabe d'	Pays-Bas	Yougoslavie
Espagne	Roumanie	

Le comité membre du pays suivant l'a désapprouvée pour des raisons techniques :

Japon

Jointes soudés — Pratiques recommandées pour l'examen par ressuage

0 INTRODUCTION

L'examen par ressuage est une méthode d'essai non destructif qui permet la détection des défauts débouchant en surface dans les matériaux ferreux et certains matériaux non ferreux.

L'application satisfaisante de cette méthode requiert une certaine connaissance de la technique adoptée et de l'interprétation des résultats; elle suppose donc une mise en œuvre par un personnel expérimenté.

Il est à noter, à ce sujet, que l'emploi de certains produits de ressuage nécessite l'adoption de mesures de sécurité appropriées.

1 OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

La présente Norme internationale spécifie les procédures à suivre lorsque l'essai par ressuage est appliqué aux joints soudés, mais n'indique pas quand cette méthode doit être utilisée, ni quelles sont les normes de réception. On peut utiliser des produits d'imprégnation soit colorés, soit fluorescents.

Les conditions opératoires indiquées dans la présente Norme internationale s'appliquent à la majorité des cas relatifs à l'examen des soudures. Toutes variantes de ces conditions, par exemple pour des valeurs de température plus basses ou plus élevées que celles indiquées en 4.3, doivent faire l'objet d'accords particuliers.

2 PRINCIPE

Les liquides pénètrent par capillarité dans les petites ouvertures telles que fentes, fissures ou soufflures. La vitesse et l'étendue de cette pénétration dépendent de conditions telles que tension superficielle, cohésion, adhérence et viscosité. Elles sont également affectées par d'autres facteurs comme le temps, la température, l'état de surface du matériau et de l'intérieur de la discontinuité.

Après préparation adéquate de la surface, un liquide d'imprégnation est appliqué sur la surface à examiner pour combler les ouvertures, après quoi on enlève l'excédent de liquide. On applique ensuite un révélateur qui soustrait un peu de liquide dans les ouvertures, dont il s'imbibé ou avec lequel il réagit de quelque autre manière. Ce phénomène améliore la mise en évidence des discontinuités qui peuvent se voir directement ou en « lumière noire ».

3 CARACTÉRISTIQUES DES LIQUIDES D'IMPRÉGNATION ET ACCESSOIRES

3.1 Liquides d'imprégnation

3.1.1 Les liquides d'imprégnation sont classés selon les deux catégories de base suivantes :

- **Liquides colorés** : Ils contiennent une teinture dont la couleur (en général rouge), contrastant avec celle du révélateur (en général blanc), est facilement observable à la lumière du jour ou sous un éclairage artificiel normal.
- **Liquides fluorescents** : Ils contiennent des additifs fluorescents sous rayonnement ultra-violet (lumière noire).

Les liquides doivent avoir des propriétés physiques leur permettant de pénétrer dans les petits interstices ou fissures.

3.1.2 Selon le type de liquide, on peut distinguer les trois groupes principaux suivants :

- **Lavables à l'eau** : Le liquide contient un émulsifiant permettant l'enlèvement de l'excédent à l'eau.
- **solubles** : Le liquide ne peut être enlevé qu'avec un solvant organique approprié.
- **Post-émulsionnés** : Après application du liquide, un émulsifiant doit lui être appliqué pour le rendre lavable à l'eau.

3.2 Révélateurs

Les révélateurs se classent selon les deux catégories de base suivantes :

- **Révélateurs secs** : Ce sont généralement des poudres absorbantes blanches et sèches (par exemple : talc, silice pulvérisée, etc.).
- **Révélateurs à support liquide** : Ce sont soit des poudres comme celles qui sont mentionnées ci-dessus, en suspension dans un liquide volatil, dans un solvant ou dans l'eau.

Le révélateur doit remplir les conditions suivantes :

- a) il doit absorber rapidement le liquide d'imprégnation;
- b) il ne doit pas être lui-même fluorescent, s'il est utilisé avec un liquide d'imprégnation fluorescent;

c) il doit être applicable en une couche mince et uniforme;

d) dans le cas d'un révélateur à support liquide, le liquide doit être assez volatil et avoir des propriétés physiques qui tiennent compte des caractéristiques du liquide d'imprégnation afin de ne pas chasser ce dernier des défauts.

3.3 Notes sur l'emploi des liquides d'imprégnation et des révélateurs et précautions de sécurité à prendre

Il est conseillé de ne mettre en œuvre que des triplets de liquide d'imprégnation, d'émulsifiant éventuel et de révélateur tels que les propriétés chimiques de chacun des produits soient compatibles avec celles des autres produits.

Il est aussi important que les moyens d'essai ne soient pas préjudiciables au matériau examiné (par exemple les composés chlorés attaquent les aciers inoxydables austénitiques, et les composés sulfurés attaquent les alliages à haut nickel). Les moyens d'essai doivent être utilisés avec précaution et toujours suivant les règles de sécurité. Les solvants et additifs volatils peuvent en effet être relativement toxiques et facilement inflammables.

4 MODE OPÉRATOIRE

4.1 Nettoyage

Le succès de la méthode d'essai par ressuage dépend grandement de l'absence sur la surface de tout contaminant pouvant gêner son déroulement.

Il est donc essentiel de nettoyer et de sécher convenablement la pièce ou la surface à examiner.

Par «nettoyage» on entend l'enlèvement de la rouille, des oxydes superficiels, flux ou projections de métal, graisse, pellicule d'huile, eau, salissures, etc. non seulement de la surface, mais plus particulièrement de façon à permettre la pénétration du liquide d'imprégnation dans tout défaut éventuellement présent.¹⁾

On notera qu'une rugosité superficielle excessive, par exemple rayures, vagues de solidification très prononcées des cordons de soudure, peut donner des indications confuses, mais que le meulage ou le polissage de la surface n'est pas en général nécessaire. On évitera en tout cas un dressage ou usinage grossier susceptible de mater les défauts ou de les masquer; dans ce cas il peut être nécessaire de procéder à un polissage (au papier émeri par exemple) pour permettre au liquide d'imprégnation de pénétrer dans les défauts.

Les assemblages soudés d'une construction neuve doivent être soumis à l'essai de ressuage avant tout traitement de surface qui tendrait à refermer ou à masquer les défauts. Pour des constructions ayant déjà été mises en service, le nettoyage de la surface sera effectué de telle sorte qu'il éliminera la contamination de la surface et de l'intérieur des discontinuités.

Lorsqu'il n'est pas possible d'obtenir une surface convenable, une autre méthode d'essai non destructif doit être convenue entre les parties.

4.2 Séchage après nettoyage

Il est essentiel de sécher soigneusement la pièce ou la surface à examiner après nettoyage pour qu'aucune trace d'eau ou de solvant ne subsiste à l'intérieur ou en surface

1) Pour information, les méthodes et moyens de nettoyage adéquats sont les suivants :

- **solvants** : les solvants organiques sans résidus peuvent être utilisés comme solvants appliqués manuellement. Ces solvants conviennent pour l'enlèvement des graisses et huiles, mais non pour celui des particules solides encastrées dans les interstices. Les solvants chlorés sont à proscrire pour les aciers inoxydables austénitiques, notamment ceux destinés à être en contact avec l'eau chaude pressurisée;
- **détergents** : ils peuvent être de nature alcaline, neutre ou acide, mais ne doivent pas attaquer le métal inspecté. Les propriétés nettoyantes des solutions détergentes facilitent l'enlèvement total des particules. La concentration de la solution détergente, ainsi que la durée et la température de nettoyage, doivent correspondre aux recommandations du fabricant du composé de nettoyage. Les pièces doivent être soigneusement rincées et complètement séchées après le nettoyage;
- **dégraissage à la vapeur d'eau** : cette méthode de nettoyage convient particulièrement quand les huiles lourdes et graisses constituent la principale contamination superficielle. Les particules organiques sont enlevées habituellement avec succès par un dégraissage à la vapeur d'eau, mais les contaminants inorganiques s'enlèvent mieux avec des détergents solubles dans l'eau;
- **solution de décalaminage** : le décalaminage, ou enlèvement de la pellicule d'oxyde, peut se faire par décapage dans une solution anti-rouille d'acide inhibé ou dans une solution alcaline chaude. En tout cas, la solution de décalaminage ne doit pas attaquer les métaux traités. Le mode de décalaminage doit être conforme aux recommandations du fabricant des composés de décalaminage. Après décapage les pièces doivent être soigneusement rincées et complètement séchées;
- **décapants pour peintures** : les pellicules de peinture doivent être complètement enlevées pour mettre à nu la surface du métal. Cela s'obtient par l'emploi de solvants désagglomérants ou de décapants alcalins chauds de type désintégrateur. Après enlèvement de la peinture, les pièces doivent être soigneusement rincées, pour enlever toutes les contaminations, puis complètement séchées;
- **projection d'abrasifs ou nettoyage à la brosse métallique** : les deux procédés : projection d'abrasifs (sable, grenaille métallique, noyaux ligno-cellulosiques ou oxyde d'aluminium) et nettoyage à la brosse métallique, peuvent être utilisés pour enlever les particules fragiles telles que rouille ou oxydes. Ce type de nettoyage ou de décalaminage n'est permis que si la projection d'abrasifs ne mate pas, ou ne remplit pas les interstices, ce qui réduirait de façon extrême l'efficacité de l'examen. N'utiliser que des abrasifs neufs. Le nettoyage par projection d'abrasifs conduisant souvent à un écaillage de surface, ce type de préparation doit être, dans la mesure du possible, évité ou suivi d'une attaque acide suivie d'une neutralisation.

L'emploi de brosses en acier ferritique est interdit pour nettoyer des aciers inoxydables austénitiques.

des discontinuités, empêchant la pénétration du liquide d'imprégnation. Un léger chauffage de la pièce ou une insufflation d'air chaud peuvent abrégé le temps de séchage.

4.3 Application du liquide d'imprégnation

4.3.1 Température d'application

En règle générale, la température de la surface d'essai et du liquide d'imprégnation doit se trouver dans les limites recommandées par le fabricant du liquide.

En pratique, et dans la technique normale, la température de la pièce à examiner, du liquide d'imprégnation, de l'eau de rinçage et du révélateur doit être compatible avec les caractéristiques du produit utilisé; pour les produits les plus courants, généralement elle ne doit pas être inférieure à + 15 °C (+ 60 °F) ni supérieure à + 50 °C (+ 125 °F) pendant toute la période d'examen. Un chauffage ou un refroidissement local est admis si la température demeure dans la gamme des températures spécifiées pour l'examen. S'il est impossible d'observer les règles de limite de température recommandées par le fabricant des produits utilisés, d'autres températures (et temps de pénétration) peuvent être adoptés par accord sur un mode opératoire qualifié.

4.3.2 Méthode d'application

La surface à examiner doit être soigneusement et uniformément mouillée avec le liquide d'imprégnation. Celui-ci peut être appliqué au pinceau, à l'aide d'un pulvérisateur, par arrosage ou par immersion de la pièce dans un récipient contenant le liquide d'imprégnation. Lorsqu'on emploie des liquides d'imprégnation qui peuvent être toxiques, leur pulvérisation doit être effectuée conformément aux règles de sécurité.

4.3.3 Temps de pénétration

Le temps pendant lequel la surface doit rester complètement mouillée ne doit pas être inférieur à celui que recommande le fabricant des liquides d'imprégnation; en général, plus les discontinuités sont fines et étroites et plus le temps de pénétration doit être long. Selon la température et d'autres conditions dans la gamme indiquée ci-dessus, le temps de pénétration peut habituellement varier entre 5 et 20 min (en moyenne 10) pour les liquides post-émulsionnés et solubles à l'eau et de 10 à 60 min (en moyenne 20) pour les liquides lavables à l'eau.

4.4 Application de l'émulsifiant

À la fin du temps de pénétration et si cela est requis par le type du liquide d'imprégnation, on appliquera l'émulsifiant approprié sur la surface à vérifier, par immersion, arrosage, pulvérisation ou à l'aide d'un pinceau souple.

La température de la surface d'essai doit être dans les limites recommandées par le fournisseur de l'émulsifiant ou dans les limites générales données en 4.3.1, dans le cas où le fournisseur ne les précise pas.

Le temps d'émulsionnement est critique et dépend des conditions ambiantes, de l'état de la surface et du type de défaut recherché. Il peut varier entre 10 s et 5 min (en moyenne 2 min). Ce temps doit être le temps minimal compatible avec un lavage convenable.

4.5 Enlèvement de l'excédent de liquide d'imprégnation

À la fin du temps de pénétration ou du temps d'émulsionnement, il convient d'enlever la pellicule superficielle de liquide ou d'émulsifiant. Un enlèvement insuffisant laissera un résidu qui gênera l'indication ultérieure des défauts et pourra provoquer éventuellement des erreurs. Un nettoyage excessif devra toutefois être évité, cela pouvant entraîner l'enlèvement du liquide de ressuage des défauts de surface les plus larges.

4.5.1 Les liquides d'imprégnation lavables à l'eau et post-émulsionnés doivent être enlevés par rinçage ou essuyage, ou pulvérisation d'eau.

Il est possible d'employer de l'eau chaude, mais dont la température ne dépasse pas 50 °C (125 °F). Pour les liquides colorés, le rinçage doit se prolonger jusqu'à ce que l'on ne trouve plus de trace de teinture en surface. Pour les liquides d'imprégnation fluorescents, le rinçage doit s'effectuer sous lumière noire pour garantir un nettoyage complet de toutes les surfaces. Si une pièce ne peut pas être lavée complètement par suite d'un émulsionnement insuffisant du liquide, elle doit être séchée puis retraitée par une nouvelle application du liquide d'imprégnation.

4.5.2 Les liquides d'imprégnation solubles sont plus facilement enlevés en deux étapes : on enlève en premier lieu autant de liquide que possible en essuyant la pièce avec un tissu propre, sec et absorbant, et non pelucheux. La pellicule superficielle restante peut alors être enlevée par vaporisation ou lavage de la surface avec le solvant approprié et séchage rapide de la surface avec un linge propre ou avec un linge imprégné de solvant.

Il n'est pas interdit d'appliquer d'autres méthodes mais, en tout cas, on veillera à ne pas utiliser trop de solvant afin de réduire au minimum la possibilité d'enlèvement des liquides d'imprégnation se trouvant dans les défauts.

On n'utilisera pas le dégraissage à la vapeur pour enlever l'excédent de liquide. Le nettoyage doit se prolonger jusqu'à ce qu'il ne reste plus de trace visible de teintures en surface; pour les liquides fluorescents, cela doit être vérifié sous lumière noire.

4.6 Séchage

Après enlèvement de l'excédent de liquide d'imprégnation et avant d'appliquer le révélateur, on doit en général sécher la pièce à nouveau au moyen d'un linge propre, sec et non pelucheux ou par évaporation normale à température ambiante, ou encore par soufflage d'air comprimé sec et propre à une température ne dépassant pas 50 °C (125 °F) et à une pression assez faible.

Lorsque l'on utilise des révélateurs secs ou des révélateurs humides non aqueux, le séchage doit être effectué avec un soin particulier. L'approche du degré requis de séchage est indiquée lorsque l'humidité superficielle commence à disparaître. On évitera un temps de séchage excessif ou une température excessive pour empêcher l'évaporation ou le séchage du liquide d'imprégnation des défauts.

Avec certains types de liquides d'imprégnation solubles et associés à des révélateurs liquides à base de solvant, le séchage n'est habituellement pas nécessaire.

4.7 Application du révélateur

4.7.1 Révélateur sec

Un révélateur compatible avec le liquide d'imprégnation doit être appliqué de façon uniforme sur la surface d'essai, immédiatement après le séchage de celle-ci. L'application doit se faire de telle sorte qu'aucune masse de poudre agglomérée ne reste collée sur la surface examinée qui doit présenter un aspect uniformément poudreux.

4.7.2 Révélateur à support liquide

On utilisera un révélateur compatible avec le liquide d'imprégnation.

Le meilleur moyen d'appliquer le révélateur à support liquide est la projection, mais on peut également l'appliquer par immersion, arrosage ou, dans des cas particuliers, à l'aide d'un pinceau souple, si cette opération est soigneusement faite, pourvu que le révélateur à support liquide soit bien mélangé et que sa concentration soit maintenue à un niveau correspondant à une bonne application. Il doit être agité immédiatement avant l'essai pour garantir une dispersion uniforme des particules solides dans le liquide porteur.

Le révélateur doit être appliqué de façon uniforme sur la surface d'essai 15 min au maximum après l'enlèvement des liquides d'imprégnation ou le séchage. Un dépôt très épais ou une accumulation de révélateur à support liquide peut masquer les indications et doit donc être évité.

Quand le révélateur sèche, il laisse soit une surface lisse et unie dans le cas d'une peinture, soit une pellicule de poudre à la surface. Le liquide dans lequel le révélateur est en suspension a souvent de bonnes propriétés de pénétration et peut enlever le pénétrant d'un défaut (en particulier dans le cas de larges défauts) avant que le révélateur ne se soit stabilisé sur la surface. Il en résulte un étalement des liquides d'imprégnation sur la surface qui donne des indications vagues. Pour éviter cela, il est conseillé d'appliquer dans ce cas le révélateur de telle manière qu'il soit presque sec lorsqu'il atteint la surface. On peut, pour ce faire, augmenter la distance de pulvérisation ou travailler à la limite supérieure des températures recommandées.

4.7.3 Temps de révélation

Après application du révélateur qui, s'il est liquide, doit être laissé sécher, la pièce doit être laissée au repos pendant un temps suffisant pour permettre aux indications éventuelles de se révéler (temps de révélation). Ce temps dépend des moyens d'essai utilisés, du matériau et de la nature des défauts qui doivent être détectés; cependant il est, en général, comme ordre de grandeur, compris entre la moitié et la totalité du temps de pénétration (voir 4.3) ou plus pour des fissures fines.

Un temps de révélation excessivement long peut provoquer un écoulement du liquide d'imprégnation hors des discontinuités larges et profondes, donnant ainsi une indication floue.

5 OBSERVATION DES INDICATIONS

5.1 Liquides d'imprégnation colorés

Lorsque l'on utilise des liquides d'imprégnation colorés, la zone d'essais doit être convenablement éclairée à la lumière du jour ou à la lumière artificielle pour permettre une bonne évaluation des indications révélées sur cette surface. Dans tous les cas, les conditions d'observation doivent éviter les reflets.

La taille et le type des défauts étant difficiles à évaluer si la teinture diffuse de façon excessive dans le révélateur, il est de bonne pratique de procéder à plusieurs examens répartis au cours du temps de révélation.

5.2 Liquides d'imprégnation fluorescents

Si l'on utilise des liquides d'imprégnation fluorescents, le local ou la zone dans lesquels l'inspection doit être faite, doivent être obscurcis, et l'examen de la surface d'essai doit être effectué sous lumière noire.¹⁾

La lampe à lumière noire doit atteindre sa brillance maximale avant l'examen. Pour protéger l'opérateur et concentrer le faisceau lumineux sur la surface à examiner, il est conseillé d'employer une lampe à réflecteur.

La puissance de la lampe à lumière noire doit être adaptée à la surface à examiner.

Cinq minutes au moins doivent s'écouler avant de commencer l'essai, pour habituer les yeux à l'éclairage ambiant réduit. L'opérateur doit éviter de regarder la lumière noire en face ou sur les surfaces réfléchissant cette lumière. On veillera à ce qu'en aucun cas des rayonnements non filtrés de la source de lumière noire puissent atteindre directement les yeux.

Dans ce cas également, il est de bonne pratique d'effectuer plusieurs examens répartis au cours du temps de développement.

1) Rayonnement ultra-violet ayant une longueur d'onde comprise entre 320 nm et 400 nm et une valeur de crête de 365 nm. Ces chiffres sont donnés pour identifier le type de rayonnement ultra-violet désiré; ils ne signifient pas que la longueur d'onde de ce rayonnement doit être mesurée. Dans cette gamme, la radiation ultra-violette est inoffensive pour la peau et les yeux de l'opérateur; toutefois il convient que les yeux soient protégés par des lunettes en verre absorbant la radiation ultra-violette, pour éviter une diminution temporaire de la capacité d'observation de l'opérateur.

5.3 Interprétation des résultats

Les dédoubleures et fissures apparaissent comme des lignes allant en s'élargissant, et plus le défaut est profond et large, plus ces lignes sont larges. Les fissures étroites ou les manques de liaison des soudures peuvent apparaître comme des lignes brisées ou comme une rangée de petits points. Les soufflures apparaissent comme des petits points éparpillés ou juste comme une ombre colorée. Toutes les indications incertaines ou douteuses doivent être soumises à un contre-essai afin de s'assurer qu'il s'agit ou non de défauts réels.

Pour faciliter l'interprétation des indications, des moyens de grossissement peuvent être utilisés, après enlèvement du révélateur, pour l'examen visuel de la surface de la pièce.

6 CONTRE-ESSAI

Par contre-essai, on entend la répétition de la totalité de l'examen, y compris le nettoyage (voir 4.1). En particulier si un contre-essai doit avoir lieu longtemps après la fin du premier examen, on portera une attention spéciale au nettoyage, aux résidus de liquide d'imprégnation de l'essai précédent ayant pu se loger dans les défauts et empêcher la pénétration du nouveau liquide.

Toutes modifications du liquide d'imprégnation utilisé pour le contre-essai doit comporter un nettoyage garantissant l'enlèvement total du liquide d'imprégnation initiale; cette procédure doit être agréée.

On notera en particulier que les résidus de liquide d'imprégnation colorés réagissent avec un liquide fluorescent et provoquent une extinction complète ou partielle de la fluorescence.

7 NETTOYAGE APRÈS EXAMEN

Après examen, l'élimination du liquide d'imprégnation et du révélateur n'est nécessaire que dans le cas où ceux-ci pourraient gêner un traitement ultérieur ou les exigences en service. Cela est particulièrement important lorsque les résidus des produits d'examen peuvent se combiner avec d'autres facteurs en service pour provoquer une corrosion. Dans le cas d'un révélateur à support liquide à base d'eau, il est recommandé de procéder au nettoyage aussi rapidement que possible après l'examen pour faciliter l'enlèvement du révélateur.

Après enlèvement du révélateur et du liquide d'imprégnation, la pièce doit être séchée.

8 PROCÈS-VERBAL D'ESSAI

Les résultats de l'essai par ressuage doivent être enregistrés par la personne chargée de l'examen, et ils doivent contenir au moins les indications suivantes :

- a) repère d'identification de la construction et de la soudure examinée¹⁾;
- b) date de l'examen;
- c) identité et qualité de la personne chargée de l'examen;
- d) conditions de nettoyage appliquées;
- e) produits d'examen utilisés (et nom du fournisseur²⁾) et temps de pénétration et de révélation;
- f) température d'essai;
- g) description et repérage de toutes les indications convenables (avec des schémas éventuellement) et des indications des mesures prises;
- h) toutes variantes aux prescriptions de la présente Norme internationale, agréées entre les parties.

1) En spécifiant si un traitement de surface a été appliqué à la soudure (voir 4.1).

2) Il peut exister des différences notables d'efficacité entre les produits de ressuage; il convient donc de s'assurer au préalable de la sensibilité des produits à utiliser.