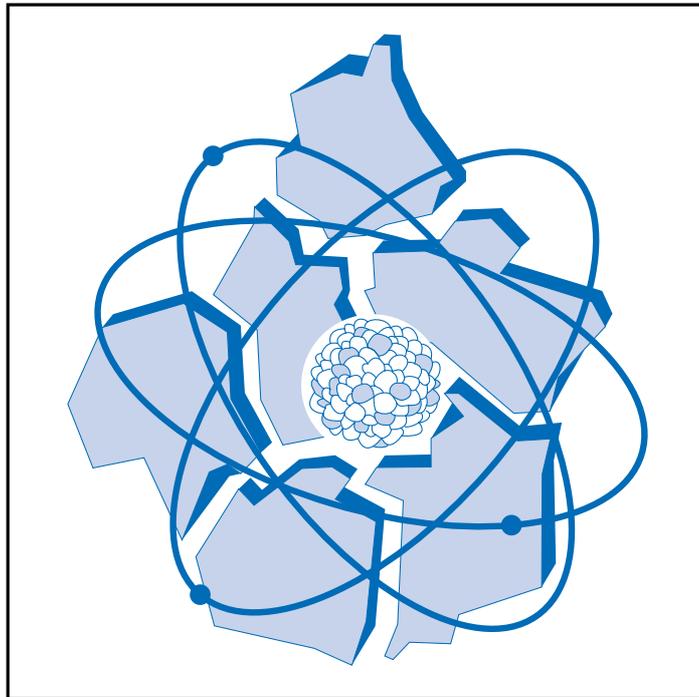


LES ÉLECTRODES EN TUNGSTÈNE THORIÉ



2^{ème} édition

Vous aider à maîtriser les risques, c'est notre métier

ISBN : 2-909066-54-1

Sommaire

1 - RAPPELS	1
2 - CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DU THORIUM	2
3 - NOCIVITÉ DU THORIUM	4
4 - RÉGLEMENTATION	5
5 - MOYENS DE PROTECTION	6
Annexe : Textes réglementaires concernant le soudage	9
Bibliographie	15

LES ÉLECTRODES EN TUNGSTÈNE THORIÉ

par Daniel DUGRILLON
Contrôleur de sécurité

Depuis le début de leur utilisation, il y a environ 60 ans, les électrodes en tungstène thorié ont connu une faveur grandissante en raison des avantages qu'elles présentent sur les électrodes de tungstène pur. Actuellement, nous estimons à plus de deux millions le nombre d'électrodes réfractaires au thorium consommées annuellement en France.

1 - RAPPELS

Dans le soudage à l'arc électrique, nous utilisons soit une électrode fusible, soit une électrode réfractaire (non-fusible).

Dans ce dernier cas, l'arc se forme entre la pièce et une électrode de tungstène ou de tungstène thorié. Le gaz de protection utilisé est en général de l'argon. Il s'écoule d'une buse entourant concentriquement l'électrode réfractaire. Si nécessaire, le métal d'apport est introduit latéralement dans l'arc. C'est le procédé TIG (Tungsten, Inert Gas), c'est-à-dire Tungstène, gaz inerte.

Afin de renforcer l'émission électronique (donc les caractéristiques d'émission de l'arc), les électrodes de tungstène peuvent contenir des substances additionnelles. Les substances les plus couramment utilisées sont les oxydes de thorium, de lanthane, de cérium et de zirconium.

Les électrodes en tungstène thorié, c'est-à-dire en tungstène additionné d'oxyde de thorium, sont utilisées, lors du soudage TIG, depuis plusieurs décennies dans la plupart des secteurs d'activité. Elles sont également employées pour le coupage et le soudage au jet de plasma.

Ces électrodes sont obtenues par frittage du tungstène et d'oxydes de thorium (ThO_2) radioactifs (isotopes 228 et surtout 232) - appelés thorines -, ceux-ci dans une proportion variant de 0,35 à 4,20 %. L'incorporation du thorium augmente d'une part, la longévité et la stabilité des électrodes à haute température, d'autre part, améliore l'amorçage de l'arc électrique.

La codification et la fabrication de ces électrodes sont données dans la norme française NF EN 26848 (indice de classement A 81-011) de juillet 1991 dont le contenu technique et la présentation correspondent entièrement à la norme internationale ISO 6848. C'est ainsi que nous trouvons, sur le marché, les types d'électrodes en tungstène thorié suivantes :

- WT 4 bleu : 0,35 à 0,55 % ThO_2
- WT 10 jaune : 0,80 à 1,20 % ThO_2
- WT 20 rouge : 1,70 à 2,20 % ThO_2
- WT 30 violet : 2,80 à 3,20 % ThO_2
- WT 40 orange : 3,80 à 4,20 % ThO_2 .

La première lettre caractérise le composant principal (W = tungstène). La seconde lettre caractérise l'addition d'oxyde (T = oxyde de thorium, L = lanthane, C = cérium). Le nombre ajouté correspond à 10 fois la teneur moyenne d'oxyde. Le type WT 20 à repère rouge semble le plus utilisé. Cette électrode à 2 % contient en moyenne 275 mg de thorium et présente une radioactivité de 1 130 kBq.

2 - CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DU THORIUM

Le thorium, dont les treize isotopes sont tous radioactifs, est un métal du groupe des actinides. Il a été découvert en 1828 par le chimiste suédois Berzelius. C'est un solide blanc, cristallin, extrait de la thorite, de densité 12,1 fondant vers 1 700° C et oxydable au rouge. Il est quadrivalent dans ses principaux composés, notamment la thorie ThO_2 .

Le thorium de nombre de masse 232 est à l'origine d'une des quatre grandes familles de transition nucléaire spontanée en chaîne. Comme nous le voyons sur la figure 1, il se désintègre en radium 228, puis en actinium 228, puis en thorium 228, puis en radium 224, puis en radon

220 (isotope gazeux appelé souvent thoron), puis en polonium 216, puis en astate 216, puis en plomb 212, puis en bismuth 212, puis en thallium 208 ou en polonium 212 et finalement en un élément stable (non radioactif) : le plomb 208. Cette transition en chaîne s'effectue en émettant des particules alpha ou bêta accompagnées parfois d'un rayonnement gamma de faible énergie.

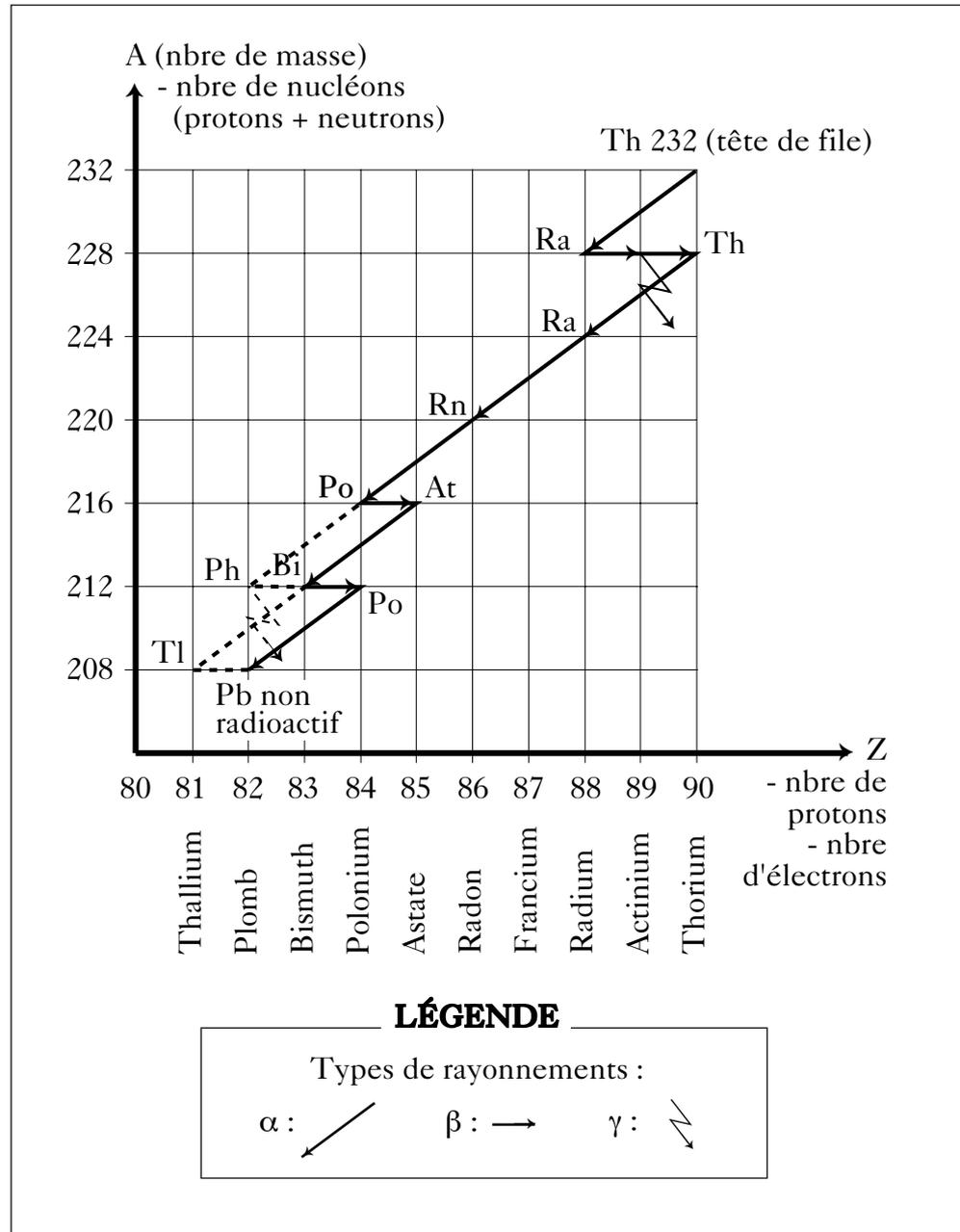


Figure 1 : Famille du Thorium

La radioactivité spécifique en becquerels par gramme (Bq/g) des électrodes en tungstène thorié dépend, non seulement de la teneur en thorium mais également du gisement de minerai employé pour la fabrication. Selon ce dernier, il peut y avoir présence de thorium 230, élément radioactif issu de la famille de l'uranium 238 et aboutissant au plomb 206 non radioactif (élément stable).

La période radioactive du thorium 232 est de 14 milliards d'années et celle du thorium 228 de 1,9 ans. La période biologique du thorium est, dans l'état actuel de nos connaissances, évaluée de 14 à 20 ans.

La radiotoxicité du thorium 228 est très forte (groupe 1) et celle du thorium 232 est forte (groupe 2).

3 - NOCIVITÉ DU THORIUM

La toxicité de l'oxyde de thorium n'a été étudiée qu'après son utilisation en radiologie comme produit de contraste dans les années 30 (voies veineuse, intra-artérielle ou intra-cavitaire).

Toxicité

La pénétration dans l'organisme se fait essentiellement par ingestion et surtout inhalation de poussières, exceptionnellement par effraction de la barrière cutanée. Le thorium est en grande partie stocké dans les os, les poumons, les ganglions, le foie et les reins. Il est excrété en partie par les urines et les fèces.

La pathologie à long terme concerne l'angiosarcome hépatique, le lymphome et le sarcome osseux. Celui-ci relève des tableaux n° 6 (régime général) et n° 20 (régime agricole) des maladies professionnelles indemnisables. Quant au pouvoir cancérigène du thorium, il résulte essentiellement de l'émission des particules alpha par contamination radioactive interne et de la rémanence de plusieurs années du produit dans les organes précités.

En fait, lors de l'utilisation d'électrodes en tungstène thorié, il existe deux voies de radioexposition possibles :

- externe ou irradiation due aux électrodes,
- interne par contamination due aux fumées de soudage et surtout à l'affûtage.

Radioexposition externe

La valeur limite actuelle pour les travailleurs classés en catégorie A, c'est-à-dire directement affectés aux travaux sous rayonnements ionisants est fixée à 50 mSv par an. La directive européenne n° 92/29/EURATOM du 13 mai 1996 doit être transcrite en droit français avant le 13 mai 2000. La valeur limite de 50 mSv par an sera associée à une valeur limite de 100 mSv sur 5 ans, c'est-à-dire une moyenne de dose efficace de 20 mSv/an.

Bien que les radioisotopes 228 et 232 émettent quelques raies gamma, celles-ci présentent des énergies très faibles avec un pourcentage d'émission insignifiant. Nous pouvons considérer ces radioéléments comme des émetteurs alpha.

Les mesures de débit de dose, que nous avons réalisées in situ, ont confirmé cette assertion. Les valeurs relevées étaient toutes inférieures au seuil de mesure de notre chambre d'ionisation.

Radioexposition interne

La limite dérivée de concentration dans l'air (LDCA) est actuellement pour les oxydes de thorium :

- 232 Th..... 0,04 Bq/m³ (becquerel par mètre cube)
- 228 Th..... 0,3 Bq/m³.

Le processus de fusion de l'électrode inclut inévitablement la volatilisation de minuscules particules métalliques à l'extrémité de l'électrode où la chaleur est très intense (4 000°C environ). Cette extrémité s'émousse et l'électrode doit être fréquemment affûtée. Lors de cette opération, le risque d'émission de poussières de thorium radioactif s'avère plus important que lors du soudage. Exceptés certains centres d'affûtage spécialisés où les électrodes en tungstène thorié sont traitées par centaines, un soudeur fera au maximum 20 meulages par électrode journalière avec une durée d'épointage moyenne de 2 minutes.

Afin d'évaluer le risque de pollution radioactive dû à l'utilisation d'électrodes de soudure en tungstène thorié, l'Institution Prévention (CNAM, CRAM et INRS) en liaison avec le CEA, a effectué en 1994 et 1995 une étude sur le sujet. Celle-ci a confirmé les études antérieures : le risque est réel mais s'avère dans la pratique faible. Il devient négligeable lorsqu'une aspiration correcte des poussières émises lors du meulage est installée et que les fumées de soudure sont normalement captées.

La surveillance médicale spéciale semble donc inutile.

Nota : Les frottis effectués, par nos soins, sur des électrodes en tungstène thorié, se sont tous révélés positifs. Il existe donc une radioactivité labile non négligeable.

4 - RÉGLEMENTATION

Outre la réglementation applicable dans les travaux de soudage à l'arc (annexe) et les recommandations R 360 de la Caisse nationale de l'assurance maladie (CNAM), il convient, dans le cas de l'utilisation d'électrodes en tungstène thorié, de signaler les points suivants :

- L'Office de protection contre les rayonnements ionisants (OPRI) -

31, rue de l'Écluse - BP 35 - 78110 LE VESINET - Tél. : 01.30.15.52.00 - considère qu'une électrode en tungstène thorié est une substance radioactive au sens du décret modifié n° 86-1103 du 2 octobre 1986 relatif à la protection des travailleurs contre les dangers des rayonnements ionisants. Ce texte est donc entièrement applicable. La détention et l'utilisation de telles électrodes doivent donc faire l'objet d'une déclaration (formulaire OPRI n° 1209a) selon les termes de l'article 15 du texte réglementaire précité auprès de l'Inspection du Travail avec copie au service "Prévention des risques professionnels" de la Caisse régionale d'assurance maladie (CRAM) ou de la Mutualité sociale agricole (MSA).

- L'employeur doit déclarer également ce procédé de travail, susceptible de provoquer une maladie professionnelle indemnisable, à la Caisse primaire d'assurance maladie (articles L. 461-4 et R. 461-4 du Code de la Sécurité sociale).

5 - MOYENS DE PROTECTION

Bien que le risque de radiocontamination soit faible, il convient de prendre un certain nombre de mesures d'une part de prévention et d'autre part d'ordre administratif.

Mesures de prévention

- Remplacer, chaque fois que cela s'avère possible, les électrodes en tungstène thorié par des électrodes en tungstène au lanthane (WL10 ou WL20) ou au cérium (WC20), ce qui élimine tout risque et toute démarche administrative. Les électrodes réfractaires en tungstène dans lesquelles des lanthanides légers ou terres cériques sont incorporées, sont, hélas, un peu plus chers, mais présentent généralement de meilleures propriétés de soudage : haut degré de sécurité d'amorçage, faible perte lors du soudage, arc de haute qualité et une longévité plus grande.
- Exiger du ou des fournisseurs d'électrodes en tungstène thorié :
 - que le conditionnement fourni comporte le signal d'avertissement normalisé de substances ou matières radioactives, c'est-à-dire de forme triangulaire avec pictogramme noir (trèfle) sur fond jaune et bordure noire (figure 2),
 - que la mise en garde de l'utilisateur soit en langue française (figure 3),
 - la remise de la fiche de données de sécurité, établie par certains fournisseurs, et qui devrait exister pour ces produits.

MISE EN GARDE

Lisez bien cette notice.

Protégez vous et protégez vos collègues.

- La fumée et les gaz émanant des électrodes peuvent être dangereux pour votre santé
- Les rayons de l'arc peuvent blesser les yeux et brûler la peau
- Les décharges électriques peuvent entraîner la mort
- Ces électrodes de soudage contiennent de petites quantités de thorium, un élément radioactif
- Les déchets résultant du meulage et de l'usinage doivent être évacués de manière sûre (voir les lois et règlements relatifs à la protection contre les radiations)

Pour des informations plus détaillées voir

- la fiche de données de sécurité pour les électrodes en tungstène thorié fournie par le fabricant
- les normes nationales pour le soudage à l'arc et les lois et règlements s'y rapportant.

Figure 3 : Mise en garde d'un fournisseur

- Réserver une zone spécialement affectée à l'affûtage (ou époinçage) des électrodes en tungstène thorié. Celle-ci sera soumise à un nettoyage journalier au moyen d'un aspirateur muni d'un sac en papier et réservé à cet usage.

- Utiliser, dans cette zone particulière, une ou plusieurs machines à meuler ne servant qu'à l'affûtage. Ces tourets à meuler seront équipés d'une aspiration disposée au plus près de la source de pollution avec un capteur le plus enveloppant possible. L'idéal serait d'avoir une machine lubrifiée mais avec le risque d'augmenter la quantité de déchets.

Nota : Il existe cependant, sur le marché, une machine à affûter de petites dimensions qui fonctionne en circuit fermé et qui ne contient qu'un litre d'huile à remplacer tous les 6 mois environ.

- Vérifier, tous les 6 mois, l'absence de contamination surfacique de la zone qui devra comporter une signalisation normalisée.

- Mettre à la disposition des opérateurs, des masques à poussière (type P3), gants et combinaisons jetables, notamment lors de meulages intensifs.

- Retourner aux fournisseurs, dans des sacs étanches en plastique (ou en papier), les déchets radioactifs (poussières, mégots d'électrodes, protections individuelles). Ne pas oublier la signalisation réglementaire pour de tels envois.

- Ranger les électrodes de soudure en tungstène thorié dans une armoire fermant à clé et aisément décontaminable. Le signal d'avertissement normalisé décrit ci-dessus doit être apposé sur cette armoire.

- Établir des consignes de sécurité et les faire appliquer. Ces dernières rappelleront notamment :

- l'obligation de satisfaire aux exigences des mesures précédentes,
- l'interdiction de mettre dans la poche les électrodes en tungstène thorié, d'utiliser les mégots d'électrodes comme pointes à tracer et

- de les mettre dans la bouche lorsque les mains sont occupées,
- la nécessité, pour le personnel, de se laver soigneusement les mains et les ongles après le travail et surtout avant de manger,
- l'interdiction de secouer ou de nettoyer à la soufflette manuelle ses vêtements de travail pour enlever la poussière,
- etc.

Mesures d'ordre administratif

- Signaler au médecin du travail le personnel (soudeurs et leurs aides) utilisant des électrodes en tungstène thorié.
- Adresser au service "Prévention des risques professionnels" de la CRAM ou de la MSA concernée, la copie de la déclaration qui doit être effectuée à l'Inspection du travail sur l'imprimé OPRI n° 1209a.
- Effectuer conjointement avec chaque entreprise utilisatrice ou intervenante un plan de prévention écrit chaque fois que :
 - soit l'opération représente un nombre total d'heures de travail prévisible supérieur ou égal à 400 heures sur une période égale au plus à 12 mois,
 - soit l'opération fait partie de la liste des 21 travaux dangereux, par exemple : travaux exposant à des rayonnements ionisants.

Nota : Ce plan de prévention devra obligatoirement inclure les mesures de prévention ci-dessus et un permis de feu actif.



Figure 2 : Signal d'avertissement de la présence de substances ou matières radioactives

Annexe :

**TEXTES RÉGLEMENTAIRES
CONCERNANT LE SOUDAGE**

- Décret du 14 novembre 1988 relatif à la protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre des courants électriques (extrait) :

*Section III : Protection des travailleurs
contre les risques de contact avec des conducteurs actifs
ou des pièces conductrices habituellement sous tension (contact direct)
Installations mobiles à risques particuliers de choc électrique*

Art. 28 : En dehors des locaux ou emplacements de travail mentionnés à l'article 22, certaines installations mobiles telles que les dispositifs de soudage à l'arc qui présentent également des risques particuliers de choc électrique peuvent être utilisées sur des emplacements qu'il est impossible de définir à l'avance.

Les prescriptions de sécurité concernant la réalisation et l'utilisation de ces installations sont précisées par des arrêtés. Ces arrêtés peuvent comporter des dérogations à certaines dispositions du présent décret, dérogations assorties de mesures compensatrices de sécurité.

- Arrêté du 14 décembre 1988 relatif aux circuits électriques mis en œuvre dans le soudage électrique à l'arc et par résistance et dans les techniques connexes :

Champ d'application

Art. 1^{er} - I : Les dispositions du présent arrêté s'appliquent aux procédés dans lesquels une ou plusieurs conductrices se trouvent incluses dans un circuit électrique ou portées au potentiel d'un point d'un tel circuit, tels que :

- le soudage à l'arc sous ses différentes formes,
- le soudage par résistance,
- les techniques connexes, notamment le découpage au plasma.

II : Toutefois, les dispositions du présent arrêté, à l'exception des 4° et 5° de l'article 4, ne s'appliquent pas aux procédés visés au I si le circuit considéré est réalisé conformément aux prescriptions des installations à TBTS ou TBTP telles que définies à l'article 7 du décret susvisé (1).

Art. 2 : Lorsque, compte tenu du procédé utilisé, les dispositions de l'article 16 du décret susvisé ne peuvent être appliquées à la totalité des parties

(1) Décret du 14 novembre 1988

actives soit pour la pièce conductrice, soit pour d'autres parties du circuit telles que les électrodes, l'ensemble des prescriptions suivantes doit être observé :

1° - Les surfaces des parties actives du matériel utilisé non mises hors de portée doivent être réduites au strict minimum compatible avec la technologie du procédé utilisé.

2° - La plus grande des tensions nominales mises en jeu par la source principale de courant ne dépasse pas la limite supérieure du domaine de tension BTA.

3° - S'il est fait usage d'une source auxiliaire sur le même circuit, notamment pour amorcer ou stabiliser un arc, celle-ci doit satisfaire :

- soit aux dispositions du 2° ci-dessus,
- soit aux dispositions de l'article 7 du décret susvisé relatives aux installations à TBTS ou TBTP,
- soit aux dispositions du III de l'article 16 du décret susvisé relatives aux sources d'alimentation à impédance de protection.

4° - Sauf dans les cas prévus à l'article 5 ci-après, le circuit concerné doit être séparé des parties actives de tout autre circuit par une double isolation ou une isolation renforcée en tenant compte des conditions d'influences externes, conformément aux dispositions de l'article 36 du décret susvisé.

5° - Lorsqu'il n'est pas possible d'assurer l'isolement complet du circuit concerné par rapport à la terre et sauf dans les cas prévus à l'article 5 ci-après, la mise à la terre de ce circuit doit être réalisée en un seul point :

- soit au niveau de la pièce conductrice mise en œuvre,
- soit, à défaut, au niveau du support direct de cette pièce.

6° - Sauf dans les cas prévus à l'article 5 ci-après, le conducteur de retour doit être mis hors de portée par isolation et relié au moyen d'un connecteur de pièce :

- soit à la pièce conductrice mise en œuvre,
- soit, à défaut, au support direct de cette pièce, en un point le plus proche possible du point de soudage.

7° - Les connecteurs de pièces utilisées doivent permettre d'assurer des connexions fiables et être mis en œuvre de manière à assurer le meilleur contact électrique possible.

8° - Des mesures efficaces, quelle que soit la phase du processus d'exécution, doivent être mises en œuvre pour que les travailleurs ne puissent entrer en contact simultanément avec deux pièces conductrices ou éléments conducteurs avoisinants, dont la différence de potentiel dépasse 25 volts en courant alternatif ou 60 volts en courant continu lisse ; ces tensions limites sont réduites à la moitié de leur valeur pour les travaux effectués dans les locaux ou sur les emplacements mouillés.

Ces mesures comprennent notamment :

- a) La mise en œuvre de moyens d'isolation individuels des personnes.

b) Lorsque la pièce conductrice et son support ne sont pas, avec certitude, isolés de la terre, la liaison équipotentielle de ceux-ci avec les masses et les éléments conducteurs avoisinants.

*Dispositions applicables à l'utilisation
des matériels électriques tenus à la main*

Art. 3 : Sans préjudice de l'application des dispositions de l'article 2, lorsqu'il est fait usage de matériels électriques tenus à la main tels que porte-électrodes ou torches, le chef d'établissement doit prendre toutes dispositions pour que les opérateurs :

1° - Utilisent des porte-électrodes, torches ou pistolets tels que :

a) Les porte-électrodes à isolation complète qui possèdent le degré de protection minimal IP 2X ou IP XXB, ou, en cas d'impossibilité technique : Les porte-électrodes à isolation limitée dont les parties actives sont inaccessibles à une bille de 12 millimètres de diamètre, tels qu'ils sont définis :

- soit dans la norme française NF A 85-600 du 3 février 1978 fixant les règles de sécurité relatives aux porte-électrodes pour soudage manuel avec électrodes enrobées,
- soit dans toute autre norme offrant un niveau de sécurité équivalent à la norme précitée.

b) Les porte-électrodes, torches ou pistolets qui ne se prévalent pas de la conformité aux normes citées en a) ci-dessus, s'il peut être justifié, par un rapport établi par un organisme notifié dans le cadre de l'article 11 de la directive CEE 73-23 du 19 février 1973, que ces matériels satisfont à l'objectif fixé au 1°, et notamment :

- qu'ils possèdent le degré de protection minimal IP 2X ou IP XXB,
- ou, en cas d'impossibilité technique, qu'ils comportent des parties actives inaccessibles à une bille de 12 millimètres de diamètre.

2° - Lorsqu'ils cessent d'utiliser les porte-électrodes, torches ou pistolets, enlèvent l'électrode du porte-électrode et disposent les porte-électrodes, torches ou pistolets de manière à isoler leurs parties actives.

3° - Utilisent une protection isolante individuelle :

- adaptée à la plus grande des tensions mises en jeu et aux conditions d'influences externes,
- régulièrement entretenue.

*Travaux à l'intérieur des enceintes
conductrices exigües*

Art. 4 : Sans préjudice de l'application des autres dispositions du présent arrêté, lorsque les travaux visés à l'article 1^{er} sont effectués à l'intérieur d'une enceinte conductrice exigüe, l'ensemble des conditions suivantes doit être respecté :

1° - Les opérateurs doivent être munis d'un équipement réduisant au

minimum, même en cas de transpiration, les risques de contact électrique de parties de leur corps avec l'enceinte.

2° - La tension à vide entre l'électrode et la pièce conductrice ne doit pas dépasser 90 volts en valeur efficace pour tout courant autre que le courant continu lisse et 150 volts en valeur moyenne pour le courant continu lisse, tel que défini à l'article 3 du décret susvisé.

3° - Les porte-électrodes, torches ou pistolets doivent présenter le degré de protection minimal IP 2X ou IP XXB, tels qu'ils sont définis au 1° de l'article 3.

4° - La source de courant doit être placée à l'extérieur de l'enceinte.

5° - Lorsque la forme et les dimensions de l'enceinte sont telles qu'elles ne permettent pas de respecter la condition 4°, les mesures suivantes doivent être mises en œuvre :

a) Le circuit d'alimentation de la source de courant doit être protégé par un disjoncteur différentiel à haute sensibilité.

b) La source de courant doit être :

- soit de classe II par construction au moyen d'une double isolation ou d'une isolation renforcée,
- soit, à défaut, de classe I ; ses masses mises à la terre et l'élément conducteur ou l'ensemble des éléments conducteurs constituant l'enceinte doivent alors être interconnectés.

*Chantiers spécialisés de construction
organisés pour le soudage*

Art. 5 : Sans préjudice de l'application des autres dispositions du présent arrêté, lorsque les travaux visés à l'article 1^{er} sont effectués sur des chantiers spécialisés de construction organisés pour le soudage, il est permis d'utiliser un conducteur de retour :

- commun à plusieurs sources de courant,
- mis à la terre en plus d'un point,
- non mis hors de portée par isolation,

sous réserve du respect des conditions suivantes :

1° - La chute de tension le long du conducteur de retour entre la pièce conductrice mise en œuvre et toutes sources de courant ne doit pas dépasser 25 volts en courant alternatif ou 60 volts en courant continu lisse compte tenu des intensités maximales pouvant être débitées simultanément par l'ensemble de ces sources ; ces tensions limites sont réduites à la moitié de leur valeur pour les travaux effectués dans les locaux ou sur les emplacements mouillés.

2° - La connexion du conducteur de retour doit être effectuée sur la pièce conductrice elle-même, au moyen du connecteur visé au 7° de l'article 2.

Art. 6 : Les dispositions du présent arrêté entrent en vigueur le 1^{er} janvier 1989.

Art. 7 : Le directeur des relations du travail au ministère du travail, de l'emploi et de la formation professionnelle et le directeur des exploitations, de la politique sociale et de l'emploi au ministère de l'agriculture et de la forêt sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au Journal officiel de la République française.

● Articles R 232-5 à R 235-14 du Code du Travail (insérés par les décrets 84-1093 et 84-1094 du 7 décembre 1987) concernant l'aération et l'assainissement des lieux de travail.

● Circulaire du 9 mai 1985 relative au commentaire technique des décrets 84-1093 et 84-1094 du 7 décembre 1987.

● Arrêté du 8 octobre 1987 relatif au contrôle périodique des installations d'aération et d'assainissement des locaux de travail.

● Arrêté modifié du 9 octobre 1987 relatif au contrôle de l'aération et de l'assainissement des locaux de travail pouvant être prescrit par l'inspecteur du travail.

Bibliographie

- Décret modifié n° 86-1103 du 2 octobre 1986 relatif à la protection des travailleurs contre les dangers des rayonnements ionisants.
- Circulaire DGS n° 94-443 du 30 septembre 1994 relative aux risques liés à l'utilisation du thorium (non parue au JO) - 11 pages - OPRI.
- Directive 96/29/EURATOM du Conseil des Communautés européennes du 13 mai 1996 fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire de la population et des travailleurs contre les dangers résultant des rayonnements ionisants - 114 pages - JO des Communautés européennes du 29 juin 1996 n° L159.
- Recommandations concernant la prévention des accidents du travail lors de l'utilisation des soufflettes manuelles approuvées en 1990 par les Comités techniques régionaux auprès de la CRAM du Centre - 4 pages.
- Recommandations R 360 aux entreprises relevant du Comité technique national de la métallurgie : soudage à l'arc, prévention des risques professionnels - adoptées le 6 décembre 1991 - 2 pages - CNAM (1).
- Norme française EN 26848 (indice de classement A 81-011) : électrodes de tungstène pour soudage à l'arc en atmosphère inerte, et pour soudage et coupage plasma - 9 pages - Juillet 1991.
- Use of thoriated tungsten electrodes in inert gas shielded arc welding. Investigation of potential hazard (L'utilisation d'électrodes de tungstène thorié dans le soudage à l'arc sous protection de gaz inerte. Évaluation du risque potentiel) - A.J. Breslin et W.B. Harris - Pages 191-195 - American industrial hygiene association quarterly - Volume 13 n° 4 - Décembre 1952 (traduction INRS n° 1 B-72).
- Risques d'irradiation liés à l'utilisation industrielle d'électrodes thoriées - L.T. Flovskaja - Pages 60-65 - Avtomaticheskaja svarka n° 12 - URSS - 1962 (traduction INRS n° 2 B-72).
- Thorium et composés - N. Ju. Tarasenko - pp 1615 et 1616 - Médecine, hygiène, sécurité du travail - Volume II - 1974 - Bureau international du travail - Genève.
- Exposition aux poussières de terres rares : connaissance du risque - A. Peltier - Pages 21-23 - Cahier de notes documentaires INRS n° 122 - Trimestre 1986 (1).
- Soudage électrique à l'arc électrique réfractaire TIG - Installation et prévention - G. Héé - 4 pages - Fiche pratique de sécurité - INRS ED 33 - Décembre 1991 (1).
- Travaux par point chaud et permis de feu actif - Florence Dugrillon-Perrin - Pages 52-56 - RGS n° 110 janvier-février 1992 et page 23 - RGS n° 113 mai 1992.

(1) Document pouvant être obtenu à titre gracieux auprès de la CRAM du Centre.

- Cérium ou thorium - La prévention au quotidien - Travail et sécurité n° 3 - Page 171 - Mars 1993 (1).
- A study of thorium exposure during tungsten inert gas welding in an airline engineering population (Étude de l'exposition au thorium au cours d'opérations de soudage TIG chez des salariés de l'industrie aéronautique) - Pages 707-711 - N. McElearnay et D. Irvine - JOM - Volume 35 n° 7 - Juillet 1993.
- Guide pratique de ventilation n° 7 : opérations de soudage à l'arc - INRS ED 668 - 16 pages - Octobre 1993 (1).
- Le thorium : physico-chimie, physio-pathologie, risques et prévention - J. Chanteur - Pages 850 à 855 - 22 septembre 1994 - La semaine des hôpitaux - Paris, 70, n° 27-28.
- Baguettes de soudure en tungstène thorié et risque radioactif - C. Jacquet - Pages 551 à 555 - Archives des maladies professionnelles n° 7 - 1995 - Masson éditeur.
- Éléments de radioprotection n°1 : notions de physique atomique - D. Dugrillon - 3^{ème} édition - Mars 2001 - 64 pages - CRAM du Centre (1).
- Risques liés à l'usage des électrodes en tungstène thorié pour le soudage TIG - Rapport de synthèse à destination de l'institution Prévention - M. Mauge, G. Hee et divers - 14 pages - 1997 - INRS (diffusion restreinte).
- Évaluation des risques liés à l'usage des électrodes en tungstène thorié - G. Hee et J.C. Zerbib - pp 16 à 20 - Soudage et techniques connexes - Juillet-Août 1997 et pp 31 à 37 - Souder n° 4 - Juillet 1997.
- Éléments de radioprotection n° 2 : grandeurs et unités de mesures utilisées en radioprotection - D. Dugrillon - 3^{ème} édition - 18 pages - Octobre 1997 - CRAM du Centre (1).
- Le thorium 232, cet élément oublié de la radioprotection - P. Laroche, A. Cazoulat, I. Lecouteulx, D. Schoulz et P. Gerasimo - pp. 469 à 479 - Archives des maladies professionnelles n° 7 - 1998 - Masson Éditeur.
- Les électrodes en tungstène thorié - un point complet sur un sujet parfois controversé - D. Dugrillon - pages 39 à 43 - Soudage et techniques connexes - Juillet-Août 2000.

(1) Document pouvant être obtenu à titre gracieux auprès de la CRAM du Centre.

© Éditions CRAM du Centre
30, boulevard Jean-Jaurès
45033 ORLÉANS CEDEX 1

Dépôt légal : Mars 2001
N° ISBN : 2.909066-54-1
Tirage : 500 exemplaires

***Caisse régionale
d'assurance maladie
du Centre***

Risques professionnels

*36, rue Xaintrailles
45033 Orléans cedex 1*

Tél. : 02 38 79 70 00

Fax : 02 38 79 70 30

e-mail : prev@cram-centre.fr