

NORME
INTERNATIONALE

ISO
4588

Deuxième édition
1995-12-15

**Adhésifs — Lignes directrices pour la
préparation de surface des métaux**

iTeh STANDARD PREVIEW
Adhesives — Guidelines for the surface preparation of metals
(standards.iteh.ai)

[ISO 4588:1995](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/999581c6-95a4-4de2-9383-0a8291b66e58/iso-4588-1995>



Numéro de référence
ISO 4588:1995(F)

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 en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 4588 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 61, *Plastiques*, sous-comité SC 11, *Produits*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 4588:1989), dont elle constitue une révision technique.

© ISO 1995

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

Organisation internationale de normalisation
Case Postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse

Imprimé en Suisse

Adhésifs — Lignes directrices pour la préparation de surface des métaux

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale décrit des options de modes opératoires pour la préparation en laboratoire des surfaces métalliques destinées au collage et à l'essai des adhésifs. Les traitements préalables au collage sont donnés pour les matériaux suivants:

- a) aluminium et alliages d'aluminium;
- b) chrome;
- c) cuivre et nickel et leurs alliages;
- d) magnésium et alliages de magnésium;
- e) acier (doux);
- f) acier (inoxydable);
- g) étain;
- h) zinc et alliages de zinc.

Les traitements mécaniques, tels que le sablage, sont largement utilisés, mais il est impossible de présenter une méthode chimique applicable à tous les métaux. C'est pourquoi plusieurs méthodes sont présentées de façon que les utilisateurs aient un plus grand choix pour sélectionner un traitement approprié à un métal particulier.

Les traitements de surface décrits comprennent des méthodes de dégraissage et nettoyage, l'abrasion mécanique, l'attaque chimique ainsi que les techniques de modifications chimiques de surface. Lorsqu'ils sont employés en commun, ces traitements devraient être appliqués normalement dans l'ordre suivant: nettoyage pour éliminer les salissures grasses, puis l'abrasion mécanique et finalement l'attaque chimique pour obtenir l'état de surface optimal en vue du collage. D'autres séquences d'opérations peuvent

cependant être employées, en particulier lorsque la surface est modifiée chimiquement. Dans de tels cas, la séquence utilisée doit être clairement décrite dans le rapport d'essai.

AVERTISSEMENT — Ces procédés ne détaillent pas nécessairement toutes les précautions nécessaires pour préserver la santé et respecter les règles de sécurité dans un pays particulier. Du fait de la nature dangereuse de certains des produits chimiques utilisés, il y a lieu d'observer la législation nationale et locale pour satisfaire à la sécurité de manipulation de ces matériaux et aux conditions de leur rejet. Se référer à la fiche de donnée de sécurité du produit avant utilisation pour avoir des détails sur le risque et l'équipement de protection personnelle à utiliser. (Voir aussi article 7.)

2 Manipulation et stockage

2.1 Manipulation

Pendant et après le traitement et avant le collage, toutes les pièces doivent être manipulées le moins possible, en évitant de travailler à mains nues. Employer des tissus propres pour la protection de la main qui ne contamineront pas la surface, tels que gants en coton non pelucheux ou en nylon, et manipuler les pièces par les bords ou les surfaces non traitées.

2.2 Conditions de stockage

2.2.1 En laboratoire

Les surfaces préparées doivent être stockées à $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ et $(50 \pm 5)\%$ d'humidité relative, sauf pour les métaux tels que l'acier au carbone qui ne peuvent pas supporter ces conditions sans une oxydation préjudiciable. Si nécessaire, l'air doit être filtré pour le débarrasser de la poussière.

Le temps écoulé et les conditions de stockage entre la préparation de surface et le collage sont critiques. Pour des surfaces sensibles, le temps de stockage ne doit pas dépasser 8 h et les pièces doivent être couvertes, ou enveloppées de papier kraft ou tout autre matériau adapté. Si possible, les surfaces préparées doivent être stockées dans un récipient conditionné sans contact avec la surface.

2.2.2 En production industrielle

Il se peut qu'il soit difficile d'appliquer les techniques de laboratoire lors d'une production à l'échelle industrielle en raison de considérations économiques et pratiques. Il convient cependant d'examiner les possibilités de recontamination ainsi que ses conséquences.

3 Préparation initiale

3.1 Règles de propreté

Éviter les opérations contaminantes dans la zone de travail. La peinture ou d'autres opérations de pistelage, les procédés faisant appel à des produits pulvérulents, la présence de vapeur d'huiles de pompes et d'autres machines, la pulvérisation d'agent de démoulage, etc., sont particulièrement néfastes.

3.2 Nettoyage préliminaire

Enlever les marques à l'encre ou les cachets d'identification des métaux en essuyant avec un tissu imprégné de solvant approprié tel que l'acétone, la méthyl-éthyl-cétone (butanone-2), ou un mélange d'hydrocarbures autorisés.

3.3 Dégraissage

NOTE 1 Le dégraissage au solvant avait été inclus comme méthode normalisée dans la précédente édition de la présente Norme internationale. Pour des raisons de santé et de sécurité, et également, d'environnement, cette méthode n'est toutefois plus recommandée. Une variante telle que le dégraissage alcalin devrait prouver qu'elle est également satisfaisante.

3.3.1 Dégraissage au détergent

Nettoyer les surfaces à coller dans une solution de détergent liquide. Rincer à l'eau chaude propre et laisser bien sécher — de préférence dans un courant d'air chaud, par exemple à l'aide d'un séchoir domestique.

NOTE 2 Les détergents non ioniques donnent, en règle générale, de bons résultats.

3.3.2 Dégraissage alcalin

Le dégraissage alcalin est une variante du dégraissage au détergent.

Les ingrédients sont à sélectionner parmi l'hydroxyde de sodium ou de potassium, carbonates, phosphates, borates, agents de complexation (tels l'EDTA, gluconates, heptonates, polyphosphates ou cyanures) et les tensioactifs organiques. Ils peuvent être utilisés à chaud ou à froid, avec ou sans application de courant qui peut être soit anodique soit cathodique. Les surfaces du joint doivent être bien lavées, et il faut, si possible, neutraliser afin d'éliminer les traces résiduelles de l'agent alcalin.

NOTE 3 Le nettoyage est basé sur les propriétés de saponification et d'émulsion d'agents alcalins aqueux, souvent renforcés par les agents de blocage, complexation et de tensioactifs. Ce nettoyage est aussi employé pour éliminer des savons et des sels.

3.3.2.1 Agents à forte alcalinité

Ces agents de nettoyage peuvent contenir tout ingrédient mentionné en 3.3.2. Les plus forts peuvent contenir une proportion élevée de soude caustique.

Les agents de nettoyage alcalins puissants doivent être utilisés dans les procédés d'immersion ou de manière électrolytique, de préférence anodiquement, et conviennent pour tous les métaux sauf l'aluminium, plomb, étain et zinc, ceux-ci étant attaqués par les alcalins forts. Le nettoyage et l'attaque chimique simultanée de l'aluminium dans la soude caustique ou autres solutions alcalines est à employer uniquement par accord entre les divers fournisseurs (du métal, de l'agent de nettoyage, de l'adhésif, etc.), et doit être soumis à un contrôle strict.

NOTE 4 Les savons métalliques peuvent être éliminés par les agents alcalins puissants.

3.3.2.2 Agents à faible alcalinité

Les agents de nettoyage à faible alcalinité doivent être utilisés dans les procédés d'immersion et d'application par pulvérisation.

Ils sont adaptés pour tous les métaux. Ils sont principalement exempts d'agents alcalins puissants et peuvent contenir des inhibiteurs d'attaque du métal tels que les silicates.

Un courant peut être appliqué pour des applications par immersion, mais est de moindre efficacité qu'avec des agents à forte alcalinité.

3.3.3 Dégraissage par ultrasons

Le traitement peut être employé s'il est approprié et est généralement utilisé pour la préparation de petites éprouvettes.

4 Abrasion mécanique

L'abrasion mécanique peut être utilisée comme unique traitement de surface ou avant une attaque chimique pour éliminer les oxydes et rendre la surface rugueuse.

4.1 Traitement préliminaire

Dégraisser la surface en utilisant l'un des modes opératoires de l'article 3 pour enlever les contaminations huileuses grasses.

4.2 Méthode de sablage à sec

4.2.1 Sabler à sec avec un abrasif approprié tel que de l'alumine propre et sèche à grains anguleux, de carbure de silicium, de sable ou abrasifs similaires d'une granulométrie de 106 µm à 45 µm. Ne pas utiliser de grains d'acier ou d'abrasif contaminé par de l'acier pour le sablage de l'aluminium, du cuivre et de l'acier inoxydable. La surface sablée doit être visuellement uniforme. L'air utilisé pour le sablage doit être propre, dégraissé et sec.

4.2.2 Souffler les substrats avec de l'air filtré ou de l'azote propre et sec pour éliminer les particules de matière. Une alternative est l'utilisation d'une méthode de dégraissage.

4.3 Méthode de soufflage humide

Projeter l'eau ou la vapeur avec des particules de sable en suspension de granulométrie 1 000 ou plus petite. L'angle de projection doit être de 90°.

NOTE 5 Cette méthode peut être efficace et ne gauchit pas les pièces si on le fait correctement; elle est recommandée pour les petites pièces uniquement.

L'équipement de projection ou soufflage humide contient généralement des modificateurs de flux et des additifs pour la résistance à la corrosion. Rincer minutieusement à l'eau les pièces soumises au soufflage humide et les nettoyer au solvant, ou les dégraisser à la vapeur, avant le séchage et le collage.

4.4 Méthode d'abrasion manuelle

4.4.1 Poncer la surface à coller avec un papier abrasif ou un tissu abrasif à l'alumine, au carbure de silicium, à l'émeri ou à un autre matériau convenable, d'une granulométrie de 106 µm à 45 µm. Cette abrasion peut être conduite humide ou à sec.

Utiliser la séquence d'opérations suivante:

- bien droit en travers de la pièce dans une direction parallèle à l'un des côtés;
- perpendiculairement à la première direction jusqu'à ce que toutes les traces du premier polissage aient été effacées;
- mouvement circulaire d'un diamètre d'environ 80 mm à 100 mm, jusqu'à ce qu'un dessin consistant seulement en traces de polissage circulaire superposées les unes aux autres et que la surface apparaissent visuellement uniformes.

4.4.2 Souffler les pièces avec de l'air filtré ou de l'azote propre et sec ou les broser avec une brosse propre et sèche pour éliminer les particules de matière.

Si l'abrasion humide est utilisée, essuyer la surface avec un chiffon humecté avec un solvant approprié ou avec un chiffon propre et sec.

4.5 Méthode de silination

Elle dérive de l'abrasion par soufflage. Il existe deux variantes, et chacune fait appel à des matériaux de marques déposées, qui sont utilisés après nettoyage général et présoufflage.

4.5.1 Corindon revêtu de silane

Après le traitement initial, la surface subit le traitement de projection de particules de corindon revêtu de silane. Ensuite, la surface peut, le cas échéant, être traitée à l'aide d'un primaire avant collage.

4.5.2 Flammage

Après le traitement initial, la surface est soumise à l'action d'une flamme obtenue par combustion de produits de marques déposées.

4.6 Méthode d'abrasion humide

Les surfaces subissent l'abrasion comme indiqué en 4.4.1, mais en présence de solutions de marques déposées qui modifient la surface par réaction avec elle au cours de l'abrasion. La réaction fait généralement appel à un agent de couplage silane qui est à même de réagir à la fois avec la surface métallique et avec l'adhésif.

Certaines solutions de marques déposées indiquent également si la surface a été suffisamment nettoyée ou non afin d'assurer que le procédé postérieur de collage sera satisfaisant. (Voir 5.2.4.)

5 Attaque chimique

5.1 Généralités

L'attaque chimique peut être précédée d'une abrasion mécanique (voir article 4) et/ou d'un traitement chimique de désoxydation préparatoire à l'attaque finale.

5.2 Appareillage, matériaux et modes opératoires

5.2.1 Appareillage

Tous les récipients et équipements doivent résister aux solutions de décapage utilisées.

5.2.2 Eau

L'eau utilisée pour préparer les solutions, que ce soit de l'eau distillée ou déminéralisée, ne doit pas contenir plus de 50 mg de solides par kilogramme; elle doit avoir un pH compris entre 5,5 et 7,5 et une conductance de moins de 20 μ S.

5.2.3 Contrôle des solutions de décapage

La durée de vie active et efficace des solutions dépend du nombre et des dimensions des pièces traitées. Il faut prendre périodiquement des échantillons des solutions et les analyser pour les matériaux représentatifs de la méthode de traitement particulière, tels que le chrome hexavalent (CrO_3), le fer, les chlorures ou l'aluminium. La conformité avec les spécifications de pureté doit être établie pour chaque lot et chaque récipient de solution.

Les rapports doivent indiquer la date de préparation, le changement de concentration des solutions avec le temps, et les quantités des contaminants présents.

Les solutions peuvent être réalisées avec des produits chimiques de qualité technique ou de qualité pour réactif et, sauf prescription contraire, avec de l'eau (5.2.2). À l'exception de l'eau, tous les constituants doivent être pesés avec une précision de $\pm 1\%$.

5.2.4 Rinçage

Le rinçage peut être effectué par pulvérisation ou immersion dans un récipient dans lequel circule de l'eau (5.2.2) constamment renouvelée par un système de trop-plein.

Le rinçage doit être suffisamment long et énergique pour assurer la disparition de toute trace de produit chimique, crasses ou autres particules dispersées. Un essuyage avec un linge ou un brossage avec une brosse propre doit, si possible, être évité. Pour certains procédés, les températures critiques spécifiques doivent être maintenues pour l'eau de rinçage.

Après rinçage, l'essai de rupture du film d'eau est généralement utilisé pour déterminer si la surface du métal est propre. Le métal soumis à l'essai est retiré après immersion complète dans l'eau; si le film d'eau est continu et non pas divisé en gouttelettes au bout de 30 s, la surface peut être considérée comme étant exempte de contamination.

Si le film d'eau est discontinu, cela indique que le procédé n'a pas été satisfaisant. Le nombre de fois que le procédé peut être répété dépend de la quantité de métal éliminée par rapport aux tolérances exigées pour la pièce et également du fait qu'il s'agit de métal nu ou revêtu. Généralement, on ne tolère que deux traitements répétés.

NOTE 6 Une humidification satisfaisante ne donne pas d'information sur la résistance de la liaison de l'adhésif avec le métal traité. Au mieux, c'est une exigence nécessaire, mais non suffisante pour la spécification de l'obtention d'une haute résistance de la liaison en adhésion.

Une variante de l'essai de rupture de film d'eau est l'utilisation de matériaux de marques déposées qui, du fait de leur tension de surface spécifique, indiquent si la surface est suffisamment propre ou non pour le procédé postérieur de collage. De tels matériaux peuvent également contenir des agents de couplage silane qui modifient la surface. (Voir aussi 4.6.)

6 Procédés à utiliser sur des métaux spécifiques

AVERTISSEMENT — Certains des procédés donnés ci-après incluent l'emploi de chromates. Il faut apporter un soin extrême lorsqu'on manipule de tels composés (voir aussi article 7).

6.1 Aluminium et alliages d'aluminium

6.1.1 Substrat anodisé

Un matériau anodisé à l'acide chromique ou à l'acide phosphorique possède les meilleures propriétés de surface pour un collage effectué directement après le procédé d'anodisation. Le matériau est à coller dans un intervalle de quelques heures après anodisation. Un alliage d'aluminium anodisé par les méthodes normales à l'acide chromique ou à l'acide sulfurique peut être collé après dégraissage et légère abrasion.

Les alliages d'aluminium à anodisation puissante nécessitent un décapage soit par sablage soit par attaque chimique dans la solution d'acide sulfurique et de dichromate de sodium (ou de trioxyde de chrome) indiquée en 6.1.2.1.

NOTE 7 Le matériau non décapé n'est pas adapté au collage.

6.1.2 Matériau non anodisé

Dégraisser conformément à l'article 3. Ensuite, soit utiliser une méthode d'abrasion indiquée dans l'article 4, soit traiter dans une solution d'acide sulfurique et de dichromate de sodium, et/ou appliquer un primaire, ou traiter dans une solution d'acide sulfurique/acide fluorhydrique.

6.1.2.1 Dans le cas d'une attaque par l'acide sulfurique/dichromate de sodium, utiliser une solution ayant la composition suivante:

Eau	30 parties en masse
Acide sulfurique concentré ($\rho \approx 1,84$ g/ml)	10 parties en masse
Dichromate de sodium	2 parties en masse

Immerger pendant 10 min à une température de 65 °C à 71 °C, rincer sous l'eau courante, sécher à l'air pendant 15 min et à l'air chaud pendant 10 min à une température de 62 °C à 68 °C.

NOTE 8 Des agents chromiques d'oxydation de marques déposées peuvent également être utilisés (voir article 7).

6.1.2.2 L'utilisation d'agents de couplage (voir 4.6) est une variante du prétraitement chimique de l'aluminium et des alliages d'aluminium. Dans certains cas, le traitement par les agents de couplage est effectué en plus de l'attaque chimique, le traitement par agent de couplage venant à la suite du procédé de décapage.

Des primaires de revêtement à base de résine peuvent également être utilisés en supplément des méthodes indiquées dans l'article 4. Cependant, l'utilisation doit dans tous les cas assurer la compatibilité entre les matériaux utilisés, les supports et l'adhésif.

6.1.2.3 Pour le décapage d'alliages d'aluminium dégraissés, on utilise une solution aqueuse ayant la composition suivante:

Acide sulfurique concentré ($\rho \approx 1,84$ g/ml)	100 ml/l
Acide fluorhydrique [40 % (m/m)]	15 ml/l

Immerger les pièces dans la solution ci-dessus à une température ne dépassant pas 50 °C jusqu'à propreté uniforme. Les rincer dans de l'eau froide et les transférer dans une solution de nettoyage telle qu'une solution aqueuse froide contenant approximativement 500 ml d'acide nitrique concentré ($\rho \approx 1,42$ g/ml) par litre pendant 4 min. Les rincer ensuite dans de l'eau propre à une température ne dépassant pas 50 °C.

AVERTISSEMENT — Une attention particulière doit être apportée à la manipulation d'acide fluorhydrique. Il est impératif de se conformer aux instructions du fabricant car des brûlures dues au contact avec l'acide peuvent devenir apparentes seulement après plusieurs heures.

6.2 Chrome

Dégraisser conformément à l'article 3. Ensuite, soit utiliser une méthode d'abrasion indiquée dans l'article 4, soit procéder à une attaque chimique dans une solution ayant la composition suivante:

Eau	5 litres
Acide chlorhydrique concentré ($\rho \approx 1,18$ g/ml)	4,25 litres

Immerger pendant 1 min à 5 min à une température de 90 °C à 95 °C, rincer sous l'eau courante propre et froide, suivie par de l'eau propre et chaude, et sécher à l'air chaud.

AVERTISSEMENT — L'acide chlorhydrique concentré est un agent chimique hautement corrosif. Des précautions particulières doivent être prises lors de l'utilisation de cet acide (voir article 7).

6.3 Cuivre et nickel

6.3.1 Acide nitrique

Dégraissier conformément à l'article 3. Ensuite, soit utiliser une méthode d'abrasion indiquée dans l'article 4, soit procéder à une attaque chimique à une température ambiante dans de l'acide nitrique conformément au tableau 1.

Tableau 1 — Conditions du traitement à l'acide nitrique

Matériau	Cuivre et alliages de cuivre	Nickel et alliages de nickel
Solution pour attaque chimique	Acide nitrique concentré ($\rho \approx 1,42$ g/ml) et de l'eau dans le rapport 1:3 en volume	Acide nitrique concentré ($\rho \approx 1,42$ g/ml) non dilué
Temps d'immersion	30 s	5 s

Rincer sous l'eau courante propre et froide, suivie par de l'eau propre et chaude, et sécher à l'air chaud.

AVERTISSEMENT — L'acide nitrique concentré est hautement corrosif et constitue un agent d'oxydation puissant. Des précautions particulières doivent être prises lors de l'utilisation de cet acide (voir article 7).

Dans le cas des alliages cuivre-nickel, il est recommandé de procéder à des essais préalables afin d'établir la concentration optimale de la solution et le temps d'immersion pour cet alliage particulier.

6.3.2 Persulfate d'ammonium

6.3.2.1 Préparation de surface

- Utiliser un solvant pour enlever toute contamination par huile ou graisse.
- Immerger la pièce pendant 1 min à 2 min à température ambiante dans la solution de décapage (6.3.2.2).

- Retirer la pièce de la solution et rincer abondamment sous eau froide distillée ou déionisée.
- Sécher à l'air pressurisé propre et froid. L'air chaud décolorera la surface.
- Coller immédiatement.

6.3.2.2 Solution de décapage

Lors de la préparation de cette solution, utiliser uniquement du matériel en polyéthylène, polytétrafluoroéthylène ou polypropylène.

Composition:

Chlorure de fer(III), solution aqueuse [42 % (m/m)]	15 parties en masse
Acide nitrique concentré ($\rho \approx 1,42$ g/ml)	30 parties en masse
Eau distillée ou déionisée	197 parties en masse

En variante, une solution peut être préparée en dissolvant 1 partie en masse de persulfate d'ammonium dans 3 parties en masse d'eau. Dans ce cas, raccourcir la période d'immersion de 30 s.

Préparation:

Ajouter la solution de chlorure de fer(III) à l'eau, puis ajouter avec précaution l'acide nitrique en agitant continuellement.

AVERTISSEMENT — Ajouter toujours l'acide à l'eau et non pas l'eau à l'acide.

L'acide, le chlorure de fer(III) et le persulfate d'ammonium sont toxiques et corrosifs. Suivre les règles d'usage pour les rejeter.

6.4 Magnésium et alliages de magnésium

6.4.1 Préparation de surface

- Utiliser un solvant pour enlever toute contamination par huile ou graisse. Si possible utiliser de l'alcool isopropylique. Dans les autres cas, utiliser une cétone (MEK ou MIBK) ou un solvant halogéné autorisé.
- Immerger la pièce dans la solution d'hydroxyde de sodium (6.4.2.1) pendant 10 min à 70 °C. Laver à l'eau courante froide.
- Immerger la pièce dans la solution de décapage (6.4.2.2) pendant 10 min à température ambiante.

- d) Laver à l'eau courante froide. Laver à nouveau à l'eau distillée ou déionisée. Sécher à l'air chaud (65 °C).
- e) Coller immédiatement pour réduire l'oxydation de surface.

AVERTISSEMENT — Les alcools et les cétones sont inflammables, en particulier les cétones. À forte concentration, ils sont tous toxiques. Ventiler correctement, tenir compte de la densité de la vapeur et retirer les fumées de l'opérateur.

Ne pas tolérer un contact du solvant avec la peau. Tout excès pourrait conduire à une dermatose.

Porter des protections pour les yeux et des vêtements de protection.

Risque d'incendie. Ne jamais placer des composants à base de magnésium dans un bain de vapeur et ne jamais poncer.

6.4.2 Solutions

6.4.2.1 Hydroxyde de sodium

Composition:

Hydroxyde de sodium	1,0 partie en masse
Eau distillée ou déionisée	12,0 parties en masse

Préparation:

Ajouter l'hydroxyde de sodium à l'eau et agiter jusqu'à dissolution complète.

AVERTISSEMENT — L'hydroxyde de sodium est à la fois toxique et corrosif. Suivre les règles d'usage pour le rejeter.

6.4.2.2 Solution de décapage

Lors de la préparation de cette solution, utiliser uniquement du matériel en polyéthylène, polytétrafluoroéthylène ou polypropylène.

Sulfate de sodium (anhydre)	1,8 partie en masse
Nitrate de calcium	2,1 parties en masse
Trioxyde de chrome	24,0 parties en masse
Eau distillée ou déionisée	123,0 parties en masse

Préparation:

Ajouter les matières à l'eau dans l'ordre indiqué ci-dessus et agiter jusqu'à dissolution complète.

AVERTISSEMENT — Le trioxyde de chrome est toxique et corrosif. Suivre les règles d'usage pour le rejeter.

6.5 Acier (doux)

Dégraissier conformément à l'article 3. Ensuite, soit procéder à une méthode d'abrasion indiquée dans l'article 4 (en particulier, les méthodes indiquées en 4.5 et 4.6), soit décaper.

Dans le cas d'une attaque chimique, utiliser une solution ayant la composition suivante:

Alcool méthylé industriel	2 litres
Acide orthophosphorique concentré ($\rho \approx 1,7$ g/ml)	1 litre

Immerger pendant 10 min à 60 °C, retirer de la solution puis, sous l'eau courante propre et froide, retirer le dépôt noir par brossage à l'aide d'une brosse à poils en nylon rigides. Absorber l'eau résiduelle à l'aide d'un chiffon propre imbibé d'alcool méthylé industriel propre ou d'alcool isopropylique. Chauffer pendant 1 h à 120 °C.

6.6 Acier (inoxydable)

Dégraissier conformément à l'article 3. Ensuite, soit procéder à une méthode d'abrasion indiquée dans l'article 4 (en particulier, les méthodes indiquées en 4.5 et 4.6), soit procéder à une attaque chimique pendant 5 min à 10 min à une température de 55 °C à 65 °C.

Dans le cas d'une attaque chimique, il est recommandé de procéder à des essais préalables avec les divers aciers inoxydables particuliers afin d'établir les conditions optimales d'immersion et la composition optimale de la solution de décapage. Si aucun essai n'a été effectué, utiliser une solution ayant la composition suivante:

Eau	3,5 litres
Acide oxalique [(COOH) ₂ ·2H ₂ O]	0,5 kg
Acide sulfurique concentré ($\rho \approx 1,83$ g/ml)	1,6 litre

Les bains utilisés pour le prétraitement d'alliages d'aluminium ne doivent pas être utilisés simultanément pour le prétraitement de l'acier.