



# Directives concernant le label de qualité QUALANOD pour l'anodisation sulfurique de l'aluminium

Edition  
01.01.2024

Applicable le 1<sup>er</sup> janvier 2024

Cette édition remplace l'édition précédente (01.03.2023)  
et pourra être complétée par de nouvelles fiches de mise à jour.

Toutes les fiches de mise à jour en vigueur sont publiées sur internet : [www.qualanod.net](http://www.qualanod.net)

*Ce document est la propriété de l'ADAL. Il s'agit de la traduction du document en langue anglaise qui fait foi en cas de doute.*



Internet : [www.qualanod.net](http://www.qualanod.net)  
E-Mail : [Qualanod@arco.swiss](mailto:Qualanod@arco.swiss) Tél. : +41 (0)43 305 09 81/77

Adresse postale :  
QUALANOD, BP 1507,  
CH-8027 Zurich  
Domicile:  
QUALANOD c/o ARCO Association  
Management AG (organisme  
certificateur)  
Tödistrasse 42, CH-8002 Zürich



# SOMMAIRE

<b>SOMMAIRE .....</b>	<b>2</b>
<b>1 Introduction.....</b>	<b>5</b>
<b>2 Portée .....</b>	<b>6</b>
<b>3 Langue.....</b>	<b>6</b>
<b>4 Références normatives.....</b>	<b>6</b>
<b>5 Termes et définitions .....</b>	<b>8</b>
<b>6 Licence des installations d’anodisation.....</b>	<b>11</b>
6.1 Dispositions générales.....	11
6.2 Attribution d’une licence.....	12
6.3 Renouvellement d’une licence .....	14
6.4 Retrait d’une licence .....	15
6.5 Modification de produits sous licence.....	15
<b>7 Règlement d'utilisation du label de qualité .....</b>	<b>16</b>
7.1 Propriété du label de qualité .....	16
7.2 Registre des titulaires de licence.....	16
7.3 Admissibilité de la demande .....	16
7.4 Produits couverts par la licence .....	16
7.5 Utilisation du label de qualité par les titulaires de licence .....	16
7.6 Modalités de communication.....	18
<b>8 Inspections.....</b>	<b>19</b>
8.1 Dispositions générales.....	19
8.2 Portée des inspections.....	19
8.3 Contrôle de la production .....	19
8.4 Contrôle des procédés.....	22
<b>9 Méthodes de contrôle de la production.....</b>	<b>23</b>
9.1 Dispositions générales.....	23
9.2 Mesure de l’épaisseur.....	23
9.3 Contrôle du colmatage.....	23
9.4 Aspect.....	25
9.5 Résistance à la corrosion.....	26
9.6 Résistance à l’usure / à l’abrasion.....	26

9.7	Microdureté.....	27
9.8	Résistance à la formation de criques par déformation.....	27
9.9	Solidité à la lumière artificielle et au rayonnement ultraviolet .....	27
9.10	Tension de claquage.....	28
9.11	Continuité de la couche anodique .....	28
9.12	Masse par unité de surface.....	28
9.13	Résistance au craquellement thermique .....	28
9.14	Mesure du pH .....	28
9.15	Récapitulatif des essais de production pour les différents types d'anodisation .....	28
<b>10</b>	<b>Agrément pour les nouveaux procédés .....</b>	<b>31</b>
<b>11</b>	<b>Informations sur les produits et les procédés .....</b>	<b>32</b>
11.1	Dispositions générales.....	32
11.2	L'aluminium à anodiser .....	32
11.3	Épaisseur des couches anodiques.....	34
11.4	Aspect.....	35
11.5	Équipement des installations d'anodisation.....	35
11.6	Procédés des installations d'anodisation.....	37
11.7	Nettoyage et entretien.....	47
<b>12</b>	<b>Annexe – Anodisation architecturale .....</b>	<b>49</b>
12.1	Introduction .....	49
12.2	Domaine d'application.....	49
12.3	Label de qualité .....	49
12.4	Accords clients.....	49
12.5	Réclamations .....	50
12.6	Laboratoire et équipement de contrôle.....	50
12.7	Contrôles de la production effectués par l'anodiseur.....	51
12.8	Exigences concernant les procédés.....	55
12.9	Contrôle des procédés .....	56
12.10	Registre des contrôles de la production .....	58
12.11	Inspections .....	58
<b>13</b>	<b>Annexe - Anodisation industrielle .....</b>	<b>61</b>
13.1	Introduction .....	61
13.2	Domaine d'application.....	61
13.3	Label de qualité .....	61
13.4	Accords clients.....	61

13.5	Réclamations .....	63
13.6	Laboratoire et équipement de contrôle.....	63
13.7	Contrôles de la production effectués par l’anodiseur.....	63
13.8	Exigences concernant les procédés.....	68
13.9	Contrôle des procédés.....	69
13.10	Registre des contrôles de la production .....	70
13.11	Inspections .....	71
<b>14</b>	<b>Annexe - Anodisation décorative.....</b>	<b>73</b>
14.1	Introduction .....	73
14.2	Domaine d’application.....	73
14.3	Label de qualité .....	73
14.4	Accords clients.....	73
14.5	Réclamations .....	74
14.6	Laboratoire et équipement de contrôle.....	74
14.7	Contrôles de la production effectués par l’anodiseur.....	75
14.8	Exigences concernant les procédés.....	79
14.9	Contrôle des procédés.....	80
14.10	Registre des contrôles de la production .....	81
14.11	Inspections .....	82
<b>15</b>	<b>Annexe - Anodisation dure.....</b>	<b>84</b>
15.1	Introduction .....	84
15.2	Domaine d’application.....	84
15.3	Label de qualité .....	84
15.4	Accords clients.....	84
15.5	Réclamations .....	85
15.6	Laboratoire et équipement de contrôle.....	85
15.7	Contrôles de la production effectués par l’anodiseur.....	85
15.8	Exigences concernant les procédés.....	89
15.9	Contrôle des procédés.....	89
15.10	Registre des contrôles de la production .....	90
15.11	Inspections .....	90

## 1 Introduction

L'association pour le label de qualité Qualanod a été fondée en 1974 par plusieurs associations nationales d'anodiseurs travaillant pour le bâtiment, dans le cadre de l'Association Européenne des Anodiseurs (EURAS), en collaboration avec l'Association Européenne de l'Aluminium Ouvré (EWAA). En 1982, l'Association Européenne de l'Aluminium (EAA, puis EA) absorbe l'EWAA, puis en 1994 l'Association Européenne pour le Traitement de Surface de l'Aluminium (ESTAL) succède à l'EURAS. En 2004, Qualanod étend son périmètre à d'autres applications de l'anodisation sulfurique de l'aluminium.

Qualanod est une organisation dont le but est de garantir et de promouvoir la qualité de l'aluminium anodisé.

Les présentes Directives fixent les exigences que les anodiseurs licenciés et futurs licenciés devront scrupuleusement respecter. Elles fournissent également des recommandations destinées aux anodiseurs, ainsi que des informations importantes sur les actions qui sont menées par les licenciés généraux, les organismes de contrôle, les inspecteurs et Qualanod. Qualanod autorise les licenciés généraux à octroyer l'utilisation du label de qualité Qualanod aux installations d'anodisation. Les licenciés généraux gèrent également les organismes de contrôle.

Les présentes Directives sont conformes à la norme ISO 7599 (sauf mention contraire), une méthode de spécification des caractéristiques des couches anodiques décoratives et protectrices sur aluminium dont l'anodisation architecturale, et aux exigences de la norme ISO 10074, une méthode de spécification pour l'anodisation dure.

Les présentes Directives sont divisées en chapitres et en sections, et sont complétées par des annexes. Les chapitres et les sections fixent les exigences générales qui s'appliquent à tout titulaire de licence et comprennent les procédures d'attribution de licence, les inspections, l'utilisation du label de qualité et les exigences relatives aux essais de performance des produits. Les présentes Directives fournissent également des conseils et des recommandations sur les produits et les procédés.

Chaque annexe définit un type d'anodisation spécifique (voir aussi le chapitre 5) et fixe les exigences de conformité aux présentes Directives. Les annexes sont les suivantes :

- anodisation architecturale
- anodisation industrielle
- anodisation décorative
- anodisation dure

Afin de savoir comment se conformer aux exigences des présentes Directives, un anodiseur doit se référer aux annexes correspondant aux produits couverts par sa licence.

En complément des présentes Directives, un document intitulé « Règlement général » contient des informations supplémentaires sur les sujets ci-dessous :

- I - Procédure d'inspection des installations d'anodisation
- II - Procédure relatives aux demandes de licence
- III - Procédure de renouvellement d'une licence
- IV - Procédure de retrait d'une licence
- V - Procédure d'agrément de nouveaux procédés
- VI - Procédure d'évaluation des résultats d'une inspection
- VII - Procédure d'inspection à distance
- VIII - Procédure d'évaluation facultative de la performance des procédés d'anodisation industrielle, décorative ou dure

## 2 Portée

Les présentes Directives fixent les exigences pour l'anodisation sulfurique et les produits obtenus par anodisation sulfurique.

La norme ISO 7583 définit l'anodisation sulfurique comme l'anodisation dans un électrolyte à base d'acide sulfurique.

Les présentes Directives ne sont pas applicables à :

- l'anodisation dans la production de plaques lithographiques ;
- l'anodisation utilisée comme prétraitement avant l'application d'un revêtement poudre, peinture, inorganique ou adhésif ;
- l'anodisation dans la production de revêtement combiné.

## 3 Langue

La version officielle des présentes Directives est en langue anglaise.

Dans la version anglaise, certaines formes verbales ont une signification particulière qui correspond aux exigences des directives ISO/IEC, Partie 2, Annexe H.

Les formes verbales suivantes sont utilisées pour exprimer des exigences qui doivent être scrupuleusement respectées pour se conformer aux présentes Directives et pour lesquelles aucune dérogation n'est autorisée :

- doit
- ne doit pas

Les expressions suivantes sont utilisées pour exprimer une possibilité particulièrement pertinente sans pour autant mentionner ou exclure les autres, une manière de procéder conseillée sans être exigée, ou (à la forme négative) une possibilité ou une manière de procéder déconseillée mais pas interdite :

- devrait, il convient, il est recommandé
- ne devrait pas, il convient de ne pas, il n'est pas recommandé

Les formes verbales suivantes sont utilisées pour exprimer une manière de procéder autorisée dans les limites des présentes Directives :

- pourrait
- n'est pas obligatoire

Les formes verbales suivantes sont utilisées pour exprimer des possibilités et des capacités qu'elles soient matérielles, physiques ou causales :

- peut
- ne peut pas

## 4 Références normatives

Les documents suivants peuvent être importants pour l'application des présentes Directives. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

EN 485-1	<i>Aluminium et alliages d'aluminium — Tôles, bandes et tôles épaisses — Conditions techniques de contrôle et de livraison</i>
EN 573-3	<i>Aluminium et alliages d'aluminium — Composition chimique et forme des produits corroyés — Composition chimique et forme des produits</i>
EN 586-1	<i>Aluminium et alliages d'aluminium — Pièces forgées — Conditions techniques de contrôle et de livraison</i>
EN 754-1	<i>Aluminium et alliages d'aluminium — Barres et tubes étirés — Conditions techniques de contrôle et de livraison</i>
EN 755-1	<i>Aluminium et alliages d'aluminium — Barres, tubes et profilés filés — Conditions techniques de contrôle et de livraison</i>
EN 1090-1: 2009 + A1: 2011	<i>Exécution des structures en acier et des structures en aluminium Partie 1 : Exigences pour l'évaluation de la conformité des éléments structuraux</i>
EN 12020-1	<i>Aluminium et alliages d'aluminium — Profilés de précision filés en alliages EN AW-6060 et EN AW-6063 — Conditions techniques de contrôle et de livraison</i>
EN 1999-1-1	<i>Eurocode 9 — Calcul des structures en aluminium — Règles générales</i>
ISO 1463	<i>Revêtements métalliques et couches d'oxyde — Mesurage de l'épaisseur de revêtement — Méthode par coupe micrographique</i>
ISO 2085	<i>Anodisation de l'aluminium et de ses alliages — Contrôle de la continuité des couches anodiques minces — Essai au sulfate de cuivre</i>
ISO 2106	<i>Anodisation de l'aluminium et de ses alliages — Détermination de la masse par unité de surface (masse surfacique) des couches anodiques — Méthode gravimétrique</i>
ISO 2128	<i>Anodisation de l'aluminium et de ses alliages — Détermination de l'épaisseur des couches anodiques — Méthode non destructive par microscope à coupe optique</i>
ISO 2135	<i>Anodisation de l'aluminium et de ses alliages — Essai accéléré de solidité à la lumière artificielle des couches d'oxydation anodique colorées</i>
ISO 2143	<i>Anodisation de l'aluminium et de ses alliages — Appréciation de la perte du pouvoir absorbant des couches anodiques après colmatage — Essai à la goutte de colorant avec action acide préalable</i>
ISO 2360	<i>Revêtements non conducteurs sur matériaux de base non magnétiques conducteurs de l'électricité — Mesurage de l'épaisseur de revêtement — Méthode par courants de Foucault sensible aux variations d'amplitude</i>
ISO 2376	<i>Anodisation de l'aluminium et de ses alliages — Détermination de la tension électrique de claquage</i>
ISO 2859-1	<i>Règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs — Partie 1 : Procédures d'échantillonnage pour les contrôles lot par lot, indexés d'après le niveau de qualité acceptable (NQA)</i>
ISO 2931	<i>Anodisation de l'aluminium et de ses alliages — Évaluation de la qualité des couches anodiques colmatées par mesurage de l'admittance</i>
ISO 3210	<i>Anodisation de l'aluminium et de ses alliages — Évaluation de la qualité des couches anodiques colmatées par mesurage de la perte de masse après immersion en solution phosphochromique</i>
ISO 3211	<i>Anodisation de l'aluminium et de ses alliages — Évaluation de la résistance des couches anodiques à la formation de criques par déformation</i>
ISO 4516	<i>Revêtements métalliques et autres revêtements inorganiques — Essais de microdureté Vickers et Knoop</i>
ISO 6362-1	<i>Aluminium et alliages d'aluminium corroyés — Barres, tubes et profilés filés — Conditions techniques de contrôle et de livraison</i>

ISO 6581	<i>Anodisation de l'aluminium et de ses alliages — Détermination de la solidité comparée à la lumière ultraviolette et la chaleur des couches anodiques colorées</i>
ISO 6719	<i>Anodisation de l'aluminium et de ses alliages — Mesurage des caractéristiques de réflectivité des surfaces d'aluminium à l'aide d'instruments à sphère d'intégration</i>
ISO 7583	<i>Anodisation de l'aluminium et de ses alliages — Termes and définitions</i>
ISO 7599:2010	<i>Anodisation de l'aluminium et de ses alliages — Spécifications générales pour couches anodiques sur aluminium</i>
ISO 7668	<i>Anodisation de l'aluminium et de ses alliages — Mesurage des caractéristiques de réflectivité et de brillant spéculaires des couches anodiques à angle fixe de 20 degrés, 45 degrés, 60 degrés ou 85 degrés</i>
ISO 8251	<i>Anodisation de l'aluminium et de ses alliages — Détermination de la résistance à l'abrasion des couches d'oxyde anodiques</i>
ISO 8993	<i>Anodisation de l'aluminium et de ses alliages — Système de cotation de la corrosion par piqûres — Méthode reposant sur des images-types</i>
ISO 8994	<i>Anodisation de l'aluminium et de ses alliages — Système de cotation de la corrosion par piqûres — Méthode par quadrillage</i>
ISO 9227	<i>Essais de corrosion en atmosphères artificielles — Essais aux brouillards salins</i>
ISO 10074	<i>Anodisation de l'aluminium et de ses alliages — Spécification pour l'anodisation dure de l'aluminium et des alliages d'aluminium</i>
ISO 10215	<i>Anodisation de l'aluminium et de ses alliages — Détermination de la netteté d'image sur couches anodiques — Méthode des échelles graduées</i>
ISO 10216	<i>Anodisation de l'aluminium et de ses alliages — Détermination de la netteté d'image sur couches anodiques — Méthode instrumentale</i>
ISO 11664-4	<i>Colorimétrie – Partie 4 : Espace chromatique L*a*b* CIE 1976</i>
ISO 18771	<i>Anodisation de l'aluminium et de ses alliages — Méthode de détermination de la résistance à l'abrasion de surface à l'aide de papier de verre abrasif</i>
ISO/IEC 17025	<i>Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais</i>
ISO/IEC 17065	<i>Évaluation de la conformité — Exigences pour les organismes certifiant les produits, les procédés et les services</i>

## 5 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions indiqués ci-après et dans la norme ISO 7583 s'appliquent.

### 5.1

#### **Anodisation architecturale**

Anodisation visant à produire une finition architecturale destinée à être utilisée en situation fixe, permanente et en extérieur, où la durée de vie et l'aspect sont importants

### 5.2

#### **Anodisation décorative**

Anodisation visant à produire une finition décorative dont la principale caractéristique est son aspect uniforme ou esthétique

### 5.3

#### **Anodisation dure**

Anodisation visant à produire une couche d'oxydation anodique dont la principale caractéristique est sa résistance à l'usure ou sa microdureté élevée

### 5.4

#### **Anodisation industrielle**

Anodisation visant à produire une finition fonctionnelle où l'aspect est secondaire

### 5.5

#### **Directives**

Directives du label de qualité pour l'anodisation sulfurique de l'aluminium, mises à jour régulièrement par Qualanod

### 5.6

#### **Essai d'acceptation**

Essai sur un lot de la production permettant de déterminer sa conformité aux exigences des présentes Directives

### 5.7

#### **Label de qualité**

Label

Programme de certification Qualanod et ses logos

### 5.8

#### **Logo**

Création appartenant à l'Association pour le contrôle de la qualité dans l'industrie de l'anodisation (Qualanod), Zurich

Note : Il existe cinq logos, présentés au chapitre 7 des présentes Directives

### 5.9

#### **Lot**

Pièces d'alliage et de trempes identiques qui composent la commande d'un client, ou la partie de sa commande se trouvant dans l'installation

### 5.10

#### **Organisme de contrôle**

Laboratoire d'essais

Organisme satisfaisant aux exigences applicables de l'ISO/IEC 17025 pour les essais prescrits par Qualanod et mandaté par un licencié général pour inspecter les installations d'anodisation

Note : Les inspecteurs sont nommés par des organismes de contrôle ou par des licenciés généraux accrédités selon la norme ISO/IEC 17065

### 5.11

#### **Produit sous licence**

Type de produit, tel que décrit dans le Règlement, pour lequel l'anodiseur licencié peut utiliser le label de qualité

### 5.12

#### **Qualanod**

Association pour le contrôle de la qualité dans l'industrie de l'anodisation, Zurich

**5.13**

**Règlement**

Règlement concernant l'utilisation du label de qualité Qualanod pour l'anodisation sulfurique de l'aluminium

**5.14**

**Sous-licence**

Licence

Attestation délivrée par Qualanod, ou en son nom, autorisant son titulaire à utiliser ladite marque en se conformant aux dispositions du présent Règlement

**5.15**

**Titulaire de licence générale**

Licencié général

Organisme pouvant délivrer des sous-licences Qualanod à des installations d'anodisation.

Note : ces organismes comprennent les associations nationales et Qualanod.

**5.16**

**Titulaire de sous-licence**

Titulaire de licence

Titulaire

Licencié

Installation d'anodisation autorisée à utiliser le label de qualité

## 6 Licence des installations d'anodisation

### 6.1 Dispositions générales

Ce chapitre fournit des informations générales sur le rôle de l'inspecteur, de l'organisme de contrôle, du licencié général et de Qualanod. Il établit également les actions à entreprendre par les anodiseurs licenciés ou futurs licenciés.

Les licenciés généraux opèrent sous la supervision de Qualanod, dont le niveau d'implication dépend des ressources du licencié général.

#### 6.1.1 Personnel de l'installation

Il est important que les analyses des solutions et/ou les essais sur les produits finis soient effectués correctement. Par conséquent, il convient que le personnel de l'installation, dont les employés et les sous-traitants responsables de toute analyse ou essai, ait reçu une formation en conséquence.

#### 6.1.2 Produits sous licence

La licence Qualanod désigne les produits sous licence pour lesquels l'anodiseur peut utiliser le label. Ces produits sont identifiés en référence aux annexes des présentes Directives. Ces annexes sont les suivantes :

- anodisation architecturale
- anodisation industrielle
- anodisation décorative
- anodisation dure

Le secrétariat de Qualanod délivre des certificats qui identifient les produits sous licence.

#### 6.1.3 Inspections

Afin de renouveler ou d'attribuer une licence Qualanod, l'installation d'anodisation est inspectée dans le but de déterminer sa conformité aux présentes Directives. Lors d'une inspection, l'inspecteur contrôle chaque type de produit sous licence pour lequel l'anodiseur veut utiliser le label. Il convient de noter que l'inspection peut être entièrement satisfaisante ou non satisfaisante, ou bien partiellement satisfaisante (si elle est satisfaisante pour certains des types de produit mais pas pour les autres).

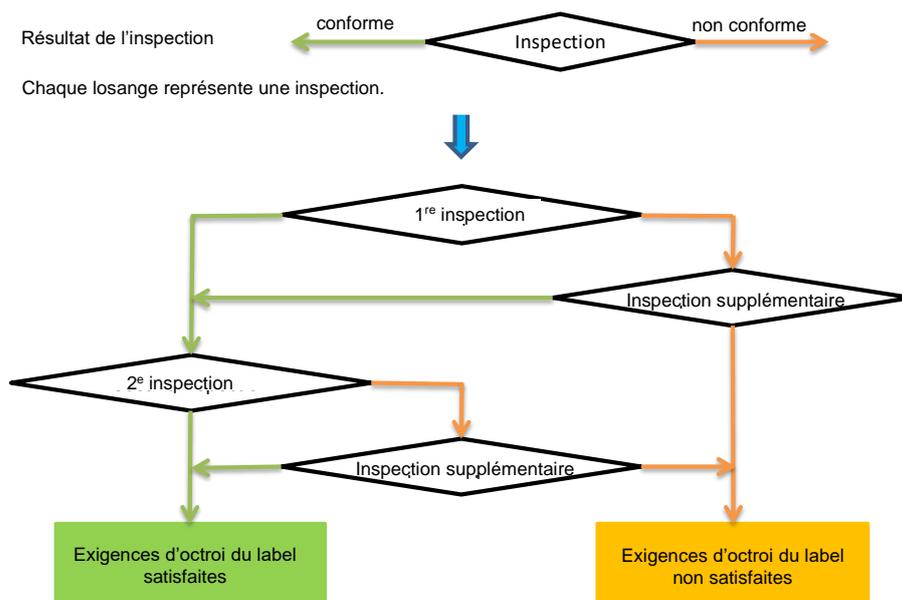
Une inspection permet d'identifier les non-conformités et les points à surveiller. Pour chaque type d'anodisation, la liste des non-conformités se trouve dans l'annexe correspondante des présentes Directives.

Une non-conformité est un manquement à une exigence des présentes Directives. Si une ou plusieurs non-conformités sont détectées lors de la première ou de la deuxième inspection annuelle, une inspection supplémentaire est alors diligentée (voir le schéma A). Si une ou plusieurs non-conformités sont détectées lors de l'inspection supplémentaire, alors les exigences de délivrance de licence ne sont pas satisfaites et la licence n'est pas attribuée ou renouvelée du produit sous licence concerné. Le schéma A est intitulé « Procédure d'inspection pour chaque produit sous licence ». Par conséquent, il ne s'applique pas à l'ensemble d'une inspection qui peut comprendre l'inspection de plusieurs produits sous licence.

Un point à surveiller est un manquement à une exigence qui ne figure pas dans la liste des non-conformités. Si un ou plusieurs points à surveiller sont détectés lors d'une inspection, ils sont consignés dans le rapport d'inspection et contrôlés lors de l'inspection suivante. Si un ou plusieurs points à surveiller n'ont pas été corrigés avant l'inspection suivante et que l'anodiseur n'a pas apporté d'explication écrite satisfaisante au licencié général, alors le point à surveiller peut être considéré comme une non-conformité.

Toutes les informations concernant les résultats de l'inspection et leur évaluation sont confidentielles.

## Schéma A. Procédure d'inspection pour chaque produit sous licence



### 6.1.4 Recours

*Cf. Procédure de recours de l'ADAL*

## 6.2 Attribution d'une licence

### 6.2.1 Demande

Une demande doit être formulée dans les circonstances suivantes.

1. Un anodiseur non titulaire d'une licence Qualanod souhaite en faire la demande.
2. Un anodiseur titulaire d'une licence Qualanod déménage et souhaite que l'installation de remplacement soit licenciée par Qualanod. Dans ce cas, le titulaire de la licence peut conserver son numéro de licence.
3. Un anodiseur titulaire d'une licence Qualanod souhaite utiliser le label pour un ou plusieurs produits supplémentaires pouvant faire l'objet d'une licence.

L'anodiseur doit faire une demande écrite à un titulaire de licence générale. Le licencié général compétent est en principe l'association nationale, mais il peut s'agir d'un autre organisme disposant du pouvoir de délivrer des licences. Le licencié général désigne l'organisme de

contrôle en charge des inspections ou, si le licencié général est accrédité selon la norme ISO/IEC 17065, il peut nommer lui-même le ou les inspecteurs.

L'anodiseur et le licencié général conviennent des produits sous licence pour lesquels l'anodiseur souhaite utiliser le label.

Ensuite, l'anodiseur demandeur suit la procédure décrite ci-dessous pour l'octroi d'une licence.

### 6.2.2 Inspection d'attribution

L'inspection d'une installation d'anodisation est effectuée conformément au schéma A. Pour chaque produit sous licence, il n'est pas permis de procéder à plus de quatre inspections pour prendre une décision d'attribution de licence. Si un anodiseur demande plusieurs produits sous licence, tous les produits peuvent être contrôlés lors de la même inspection. **Il n'est pas nécessaire que chaque produit sous licence fasse l'objet d'une inspection distincte.**

La première inspection a lieu sur rendez-vous afin de s'assurer de la présence des personnes en charge dans l'installation. Les inspections suivantes sont effectuées de manière inopinée, sauf si Qualanod délivre une autorisation spéciale.

L'inspecteur consigne les résultats de chaque inspection dans un rapport d'inspection établi par Qualanod. À la fin de l'inspection, les conclusions de l'inspecteur sont signées à la fois par l'inspecteur et par l'anodiseur qui peut ajouter des commentaires. Le rapport d'inspection est alors adressé au licencié général.

### 6.2.3 Évaluation des résultats d'inspection

Le licencié général évalue les résultats du rapport d'inspection et décide s'ils sont satisfaisants. Il peut consulter Qualanod pour l'aider à prendre la décision. À la suite de la décision, le licencié général envoie à l'anodiseur :

1. une copie du rapport d'inspection ;
2. la notification de la décision ;
3. une explication détaillée des conclusions dans le cas où les résultats de l'inspection ne sont pas jugés entièrement satisfaisants.

Une autre inspection peut avoir lieu après une inspection non satisfaisante ou partiellement satisfaisante, dès lors que l'anodiseur a notifié au licencié général que les non-conformités relevées ont été éliminées. Le licencié général en informe l'organisme de contrôle ou l'inspecteur s'il est accrédité selon la norme ISO/IEC 17065.

Après une inspection non satisfaisante ou partiellement satisfaisante, l'anodiseur peut retirer sa demande de licence pour un ou plusieurs produits. Dans ce cas, il doit en aviser le licencié général par écrit. Le licencié général en informe l'organisme de contrôle ou l'inspecteur s'il est accrédité selon la norme ISO/IEC 17065.

### 6.2.4 Attribution d'une licence

Un licencié général peut attribuer une licence à un anodiseur si au moins deux inspections sont satisfaisantes pour chaque produit sous licence demandé. Lorsqu'une licence est attribuée, le licencié général et l'anodiseur signent le contrat établi par Qualanod.

Si la licence n'est pas attribuée, l'anodiseur ne peut pas formuler de nouvelle demande de licence avant au moins six mois. Si la licence n'est pas attribuée pour l'un des produits sous

licence, l'anodiseur ne peut pas formuler de nouvelle demande de licence pour ce produit avant au moins six mois.

## 6.3 Renouvellement d'une licence

### 6.3.1 Demande

Le licencié général est à l'initiative du processus de renouvellement.

Si un anodiseur ne veut pas que sa licence soit renouvelée pour un ou plusieurs produits sous licence, il doit en aviser le licencié général par écrit.

### 6.3.2 Inspection de surveillance

L'inspection d'une installation d'anodisation est effectuée conformément au schéma A. Il n'est pas permis de procéder à plus de quatre inspections par année civile (du 1<sup>er</sup> janvier au 31 décembre) et par produit sous licence pour prendre une décision de renouvellement de licence. Si un anodiseur souhaite renouveler la licence de plusieurs de ses produits sous licence, ils peuvent tous être contrôlés lors de la même inspection. ***Il n'est pas nécessaire que chaque produit sous licence fasse l'objet d'une inspection distincte.***

Les inspections sont effectuées de manière inopinée, sauf sur autorisation spéciale de Qualanod.

L'inspecteur consigne les résultats de chaque inspection dans un rapport d'inspection établi par Qualanod. À la fin de l'inspection, les conclusions de l'inspecteur sont signées à la fois par l'inspecteur et par l'anodiseur, qui peut ajouter des commentaires. Le rapport d'inspection est alors adressé au licencié général.

### 6.3.3 Évaluation des résultats d'inspection

Le licencié général évalue les résultats du rapport d'inspection et décide s'ils sont satisfaisants. Il peut consulter Qualanod pour l'aider sur la décision à prendre. À la suite de sa décision, le licencié général envoie à l'anodiseur :

1. une copie du rapport d'inspection ;
2. la notification de la décision ;
3. une explication détaillée des conclusions si les résultats de l'inspection ne sont pas entièrement satisfaisants.

Si une inspection de surveillance est non satisfaisante ou partiellement satisfaisante, une inspection supplémentaire est diligentée dans les deux mois suivant la réception de la notification du licencié général par l'anodiseur.

Si une inspection est non satisfaisante ou partiellement satisfaisante, l'anodiseur peut décider de retirer un ou plusieurs produits de sa licence. Dans ce cas, il doit en aviser le licencié général par écrit. Le licencié général en informe l'organisme de contrôle ou l'inspecteur s'il est accrédité selon la norme ISO/IEC 17065.

### 6.3.4 Renouvellement d'une licence

Un licencié général peut renouveler la licence d'un anodiseur si au moins deux inspections sont satisfaisantes par année civile pour chaque produit sous licence demandé. Dans le cas contraire, c'est le comité exécutif de Qualanod ou le licencié général disposant de

l'accréditation ISO/IEC 17065 qui prend une décision. Il convient de noter que la validité d'une licence pour une année donnée est basée sur les résultats d'inspection de l'année précédente.

Si la licence n'est pas renouvelée, l'anodiseur ne peut pas formuler de nouvelle demande de licence avant au moins six mois. Si la licence n'est pas renouvelée pour l'un des produits sous licence, l'anodiseur ne peut pas formuler de nouvelle demande de licence pour ce produit avant au moins six mois.

#### 6.4 Retrait d'une licence

Le licencié général retire la licence si l'anodiseur ne se conforme plus au Règlement, en particulier en cas d'utilisation non autorisée ou incorrecte du label de qualité.

Si, comme décrit ci-dessus, la licence d'un anodiseur ne peut être renouvelée, le licencié général peut la retirer.

En cas de circonstances imprévues et, le cas échéant, après consultation de l'organisme de contrôle, les inspections peuvent être suspendues pour une période maximale de 12 mois à compter du jour où le licencié général est informé que des circonstances ont empêché une inspection d'avoir lieu. Au terme de cette période, la licence est retirée.

Lorsque le licencié général retire la licence d'un anodiseur, il l'en avise immédiatement par écrit. Le retrait prend effet à la date de réception de la notification.

En cas de retrait de licence ou de cessation d'activité de l'anodiseur, toutes les étiquettes, bandes, stencils, tampons, films, récipients, listes de prix, notices commerciales, cartes de visite et tous les autres objets sur lesquels le label de qualité est apposé, doivent être remis au licencié général. Sur instruction de ce dernier, il est également possible de les tenir à sa disposition jusqu'à la demande de nouvelle licence émise par le représentant légal ou le successeur du licencié précédent. La licence est réputée révoquée jusqu'à la délivrance d'une nouvelle licence. Toutefois, le représentant légal ou le successeur du licencié précédent sont autorisés à poursuivre l'utilisation du label pendant trois mois jusqu'à la délivrance de la nouvelle licence, sauf instructions contraires du licencié général.

Si une licence est retirée, l'anodiseur ne peut pas formuler de nouvelle demande de licence avant au moins six mois.

Les anodiseurs licenciés doivent respecter les lois nationales en vigueur dans la conduite de leurs opérations. Dans le cas contraire, Qualanod peut retirer la licence de l'anodiseur en cause (pour protection de l'image de Qualanod et/ou principes de commerce équitable).

#### 6.5 Modification de produits sous licence

Si, comme décrit ci-dessus, la licence d'un anodiseur ne peut pas être renouvelée pour certains produits sous licence, le licencié général peut les retirer de la licence.

Dans ce cas, il en avise immédiatement l'anodiseur par écrit. La modification prend effet à la date de réception de la notification.

En cas de modification de produits sous licence, l'anodiseur ne peut plus associer le label de qualité aux produits qui ne sont plus couverts par sa licence.

## 7 Règlement d'utilisation du label de qualité

### 7.1 Propriété du label de qualité

Les logos du label de qualité sont la propriété de Qualanod. Ils ne peuvent être utilisés par quiconque sans autorisation. Les anodiseurs peuvent être autorisés à utiliser le label de qualité par une licence délivrée conformément au présent Règlement.

Le licencié général disposant d'une licence générale pour le label de qualité délivrée par Qualanod a le pouvoir d'autoriser des anodiseurs à utiliser le label conformément au présent Règlement.

### 7.2 Registre des titulaires de licence

Qualanod tient à jour un registre sur lequel (en plus d'autres renseignements traités immédiatement ou ultérieurement) sont inscrits le nom, l'adresse et la désignation commerciale de l'installation d'anodisation, la date de délivrance de la licence, le numéro de licence attribué, la date de retrait de la licence, et toute autre information que Qualanod juge nécessaire.

En cas de changement de nom ou d'adresse, l'anodiseur doit en aviser le licencié général sans délai. Ce dernier transmet l'information à Qualanod qui modifie la donnée correspondante sur le registre.

### 7.3 Admissibilité de la demande

Pour que sa demande soit recevable, l'anodiseur doit exploiter, ou avoir l'intention d'exploiter, une installation d'anodisation qui fabrique des produits susceptibles de faire l'objet d'une licence.

### 7.4 Produits couverts par la licence

Le label de qualité doit être utilisé uniquement pour l'anodisation sulfurique de l'aluminium, conformément aux présentes Directives.

La délivrance d'une licence confère le droit à son titulaire d'utiliser le label de qualité uniquement pour les produits sous licence spécifiés. La licence spécifie ces produits en référence aux annexes des présentes Directives. La licence n'est pas transmissible. Les annexes sont les suivantes :

- anodisation architecturale
- anodisation industrielle
- anodisation décorative
- anodisation dure

Un anodiseur ne doit pas sous-traiter tout ou partie d'une commande client pour la production des produits sous licence spécifiés dans sa licence, à moins que le sous-traitant ne soit également un licencié autorisé à produire ces produits.

### 7.5 Utilisation du label de qualité par les titulaires de licence

Il existe quatre versions du logo (illustrations 1a à 1d) pouvant être respectivement utilisées sur les produits associés au type d'anodisation concerné, comme décrit dans les annexes des présentes Directives. Il existe également une version générique (illustration 1f) utilisée par le secrétariat de Qualanod et par les licenciés généraux. Les logos doivent être apposés soit en noir et blanc (illustration 1e), soit en bleu et blanc. Ils peuvent être utilisés, selon le cas, sur les produits eux-mêmes, papier à entête, devis ou factures, tarifs, cartes et panneaux d'affichage, et sur toutes les publications de l'entreprise, brochures, catalogues ou encore

annonces publiées dans la presse. Les logos peuvent être complétés par la mention « Label de qualité pour l’anodisation de l’aluminium » (ou tout autre texte exigé par la législation nationale) dans l’espace situé à droite (illustration 1g).

Le logo, de dimension 25 x 25 mm, peut être apposé ou imprimé directement sur du ruban adhésif ou des étiquettes (illustration 1h), dans les combinaisons de couleurs susmentionnées.

L’anodiseur ne doit apporter aucune modification au logo lors de son utilisation. En cas d’utilisation séparée de la(des) marque(s) propre(s) de l’anodiseur, ou en relation avec ceux-ci, les dispositions du présent Règlement ne doivent pas être enfreintes.

L’anodiseur garantit que la qualité du produit fourni sur lequel il a apposé le logo est conforme à la qualité requise dans le cahier des charges.

Si une entreprise possède plusieurs installations d’anodisation disposant d’une licence, chacune doit utiliser les logos correspondant à ses produits sous licence. Cette restriction ne s’applique pas lorsque toutes les installations disposent d’une licence pour les mêmes produits.

À tout moment, l’anodiseur doit fournir au licencié général toute information requise concernant l’utilisation du label de qualité.

## Illustration 1. Utilisation du label de qualité



a) Label pour l’anodisation architecturale



b) Label pour l’anodisation industrielle



c) Label pour l’anodisation décorative



d) Label pour l’anodisation dure



f) Label générique



e) Exemple d’un label en noir et blanc



**LABEL DE  
QUALITÉ POUR  
L'ANODISATION  
DE L'ALUMINIUM**

**PEARY LTD  
OPEX STREET  
ANNATOWN  
RESPUBLICIA**



g) Exemple d'utilisation du logo avec du texte supplémentaire, selon les besoins

h) Exemple de label apposé ou imprimé directement sur ruban adhésif ou étiquette

## 7.6 Modalités de communication

Toute communication de l'anodiseur devant être faite en vertu du présent Règlement est considérée comme valable si elle a été correctement adressée par lettre affranchie ou par email. Un retrait de licence est notifié par courrier recommandé.

## 8 Inspections

### 8.1 Dispositions générales

L'objectif d'une inspection est de vérifier que l'anodiseur est en conformité avec les exigences des présentes Directives pour les produits couverts par sa licence. Les exigences dépendent du type d'anodisation et sont décrites dans les annexes des présentes Directives.

Une inspection a également pour objectif de vérifier que l'anodiseur n'associe pas le label de qualité à des produits non autorisés.

L'organisme de contrôle désigné par le licencié général, ou le licencié général s'il est accrédité selon la norme ISO/IEC 17065, est responsable des inspections. Pour réaliser les inspections, l'organisme de contrôle, ou le licencié général accrédité, nomme une personne dûment qualifiée et approuvée par Qualanod, appelée inspecteur.

### 8.2 Portée des inspections

À partir de la licence de l'anodiseur, l'inspecteur détermine quels sont les produits sous licence qu'il est autorisé à fabriquer. La ou les annexes correspondantes des présentes Directives informent l'inspecteur des essais de produits à effectuer au cours de l'inspection. Les annexes sont les suivantes :

- anodisation architecturale
- anodisation industrielle
- anodisation décorative
- anodisation dure

### 8.3 Contrôle de la production

#### 8.3.1 Dispositions générales

L'inspecteur peut prélever des éprouvettes dans l'installation d'anodisation pour les faire tester dans le laboratoire de l'organisme de contrôle.

L'inspecteur vérifie que l'anodiseur répond aux exigences des normes spécifiant les essais qu'il effectue.

#### 8.3.2 Utilisation du label de qualité

L'inspecteur vérifie que l'utilisation du label de qualité est conforme aux exigences du chapitre 7.

#### 8.3.3 Accords clients

L'inspecteur vérifie que les accords clients sont conformes aux exigences définies dans la section « Accords clients » des annexes.

#### 8.3.4 Laboratoire

L'inspecteur vérifie que le laboratoire et l'équipement de contrôle sont conformes aux exigences définies dans la section « Laboratoire et équipement de contrôle » des annexes.

#### 8.3.5 Éprouvettes

L'inspecteur teste des produits finis contrôlés et jugés conformes par l'anodiseur, ou des pièces emballées et/ou prêtes à l'expédition. Un cadre soudé est considéré comme une seule pièce. Si le cadre est composé d'éléments vissés mécaniquement, chaque élément constitue

une pièce. Les constructions assemblées par un matériau isolant sont aussi considérées comme des pièces distinctes.

L'inspecteur ne contrôle pas les produits finis qui ne sont pas fabriqués conformément aux exigences des présentes Directives. Ces pièces doivent être clairement identifiées. L'inspecteur peut vérifier le type d'anodisation en examinant, par exemple, l'accord écrit entre l'anodiseur et le client.

L'anodiseur doit indiquer à l'inspecteur quelles pièces ont été évaluées conformes par le contrôle de qualité interne et le type d'anodisation utilisé.

S'il n'est pas possible de prélever et contrôler des éprouvettes du lot de production en raison de la forme, de la taille ou de l'encombrement du produit, l'inspecteur peut effectuer les contrôles sur des éprouvettes d'essai, de préférence du même alliage que les pièces de production et traitées en même temps qu'elles.

### 8.3.6 Contrôle de l'épaisseur

L'épaisseur de couche anodique est désignée par la classe d'épaisseur ou par l'épaisseur nominale déterminée selon le type d'anodisation. L'inspecteur vérifie la classe d'épaisseur ou l'épaisseur nominale requise par le client en se référant à la section « Accords clients » des annexes. Il mesure l'épaisseur de la couche anodique des produits finis en utilisant la méthode de la norme ISO 2360. Il suit les procédures de la norme ISO 7599, y compris son annexe C, si ce n'est que toutes les épaisseurs mesurées et calculées doivent être arrondies au nombre entier le plus proche.

Il est important que les pièces soient disponibles en nombre suffisant pour les contrôles. Afin d'éviter une inspection inutile, il est recommandé à l'anodiseur de prévenir le licencié général s'il craint de ne pas disposer de pièces en nombre suffisant pour les essais à certaines périodes.

L'inspecteur contrôle toutes les tôles et bobines dont la surface significative est supérieure à 2 m<sup>2</sup>. Lorsqu'une classe d'épaisseur est spécifiée, aucune pièce ne doit avoir une épaisseur moyenne ou locale inférieure au minimum requis. Lorsqu'une épaisseur nominale inférieure ou égale à 50 µm est spécifiée, aucune pièce ne doit avoir une épaisseur moyenne de plus de ± 20 % de l'épaisseur nominale. Lorsqu'une épaisseur nominale de plus de 50 µm est spécifiée, aucune pièce ne doit avoir une épaisseur moyenne supérieure de ± 10 µm par rapport à l'épaisseur nominale.

Pour les autres pièces, l'inspecteur procède à un contrôle statistique selon l'échantillonnage prévu au tableau 1. Il contrôle au moins 30 pièces par type d'anodisation. Lorsqu'une classe d'épaisseur est spécifiée, le tableau 1 indique le nombre maximal de pièces qui peuvent avoir une épaisseur moyenne inférieure au minimum requis. Lorsqu'une classe d'épaisseur est spécifiée, aucune pièce ne doit avoir une épaisseur locale inférieure à 80 % du minimum requis. Lorsqu'une épaisseur nominale inférieure ou égale à 50 µm est spécifiée, le tableau 1 indique le nombre maximal de pièces qui peuvent avoir une épaisseur moyenne de plus de ± 20 % de l'épaisseur nominale. Lorsqu'une épaisseur nominale supérieure à 50 µm est spécifiée, le tableau 1 indique le nombre maximal de pièces qui peuvent avoir une épaisseur moyenne de ± 10 µm par rapport à l'épaisseur nominale.

**Tableau 1. Contrôle statistique des produits finis**

Taille du lot	Nombre d'échantillons (prélèvement au hasard)	Limite d'acceptation pour des échantillons non conformes
1 à 10	tous	0
11 à 200	10	1
201 à 300	15	1
301 à 500	20	2
501 à 800	30	3
801 à 1 300	40	3
1 301 à 3 200	55	4
3 201 à 8 000	75	6
8 001 à 22 000	115	8
22 001 à 110 000	150	11

### 8.3.7 Essai de perte de masse

L'inspecteur effectue des essais de perte de masse tels que décrits dans la section « Contrôle de la production lors d'une inspection » des annexes.

Un essai de perte de masse est réalisé pour chaque ligne d'anodisation et/ou procédé de colmatage. Exemples de procédés de colmatage : hydrothermique, à la vapeur, à froid en deux étapes à base de solution de fluorure de nickel, à température moyenne à base de solution de sels de nickel. Par conséquent, si une installation possède deux lignes d'anodisation telles que la ligne 1 a un colmatage hydrothermique et la ligne 2 un colmatage hydrothermique et un colmatage à froid, l'inspecteur doit alors effectuer deux essais de perte de masse : un premier sur une éprouvette colmatée à chaud prélevée sur la ligne 1 et un deuxième sur une éprouvette colmatée à froid prélevée sur la ligne 2.

L'essai de perte de masse est réalisé sur une des éprouvettes sélectionnées pour les contrôles d'épaisseur. Il s'agit de l'éprouvette qui présente la valeur la plus élevée à l'essai à la goutte de colorant ou d'admittance, de préférence colorée plutôt que naturelle.

Il convient d'appliquer la méthode utilisée par l'anodiseur pour le lot sur lequel l'éprouvette a été prélevée (9.3.1 ou 9.3.2).

S'il est effectué au laboratoire de l'organisme de contrôle, l'essai doit être réalisé dans les deux semaines qui suivent le colmatage.

Aucune éprouvette ne doit avoir une perte de masse supérieure à 30 mg/dm<sup>2</sup>.

### 8.3.8 Essai à la goutte de colorant et d'admittance

L'inspecteur effectue l'essai à la goutte de colorant ou d'admittance tel que décrit dans la section « Contrôle de la production lors d'une inspection » des annexes.

Si un essai de perte de masse est requis, l'inspecteur effectue dix essais à la goutte de colorant ou d'admittance (voir 9.3.3 et 9.3.4), sur des éprouvettes sélectionnées au hasard parmi celles choisies pour les contrôles d'épaisseur, issues de chaque ligne d'anodisation et de chaque procédé de colmatage.

### 8.3.9 Essai de résistance à l'abrasion de surface

L'inspecteur effectue l'essai de résistance à l'abrasion de surface tel que décrit dans la section « Contrôle de la production lors d'une inspection » des annexes.

Dès lors que toutes les éprouvettes du lot ont une épaisseur moyenne de 20 µm ou plus, l'inspecteur effectue un essai de résistance à l'abrasion de surface sur chaque lot sélectionné pour les contrôles d'épaisseur (voir tableau 1). Il réalise l'essai sur l'éprouvette ayant l'épaisseur la plus élevée.

### 8.3.10 Autocontrôle

L'inspecteur vérifie que l'autocontrôle est conforme aux exigences de la section « Registre des contrôles de la production » des annexes et qu'il comporte les données requises pour le contrôle de la production et le contrôle des procédés, définies dans la section « Contrôle de la production par l'anodiseur » et « Méthodes de contrôle des procédés » des annexes respectives.

### 8.3.11 Registre des réclamations

L'inspecteur vérifie que le registre des réclamations est correctement tenu et décrit clairement le traitement des réclamations et les mesures prises.

## 8.4 Contrôle des procédés

L'inspecteur vérifie que les procédés sont conformes aux exigences définies dans la section « Procédés » des annexes. Il observe également le déroulement des analyses des bains afin de s'assurer qu'elles sont effectuées correctement.

## 9 Méthodes de contrôle de la production

### 9.1 Dispositions générales

Les essais d'acceptation et la méthode d'arbitrage spécifiée en cas de désaccord doivent être effectués comme indiqué dans les présentes Directives.

Si aucune méthode particulière n'est spécifiée dans les présentes Directives, le client détermine l'essai à effectuer.

S'il s'agit d'un essai d'acceptation, le client doit indiquer un plan d'échantillonnage à respecter ou préciser qu'aucun plan d'échantillonnage n'est requis. Pour plus d'informations, se référer à la norme ISO 2859-1.

À l'exception des essais obligatoires définis dans la section « Contrôle de la production par l'anodiseur » des annexes, les essais de contrôle de la production sont laissés à la discrétion de l'anodiseur.

### 9.2 Mesure de l'épaisseur

L'épaisseur de la couche anodique est mesurée en utilisant l'une des méthodes spécifiées dans la norme ISO 7599. La méthode définie dans la norme ISO 2360 (par courants de Foucault) est la méthode usuelle. En cas de désaccord, la méthode d'arbitrage spécifiée dans les normes ISO 1463 ou ISO 9220 (par coupe micrographique) doit être utilisée.

La fonctionnalité des appareils à courants de Foucault est déterminée par les écarts maximaux suivants, par classe d'épaisseur :  $\pm 1 \mu\text{m}$  pour les classes 0  $\mu\text{m}$  et 10  $\mu\text{m}$  ;  $\pm 1,5 \mu\text{m}$  pour la classe 20  $\mu\text{m}$ .

Pour les pièces de dimension suffisante, l'épaisseur moyenne et/ou locale doit être déterminée selon les procédures de mesure d'épaisseur issues de la norme ISO 7599. Pour les petites pièces, il est possible de réduire le nombre d'aires de mesure.

Les mesures doivent être effectuées sur les surfaces significatives, mais jamais à moins de 5 mm des zones de contact, ni à proximité d'une arête vive.

L'épaisseur de couche des bandes anodisées en continu doit être mesurée au début, au milieu et à la fin de chaque bobine.

Si elle est requise par le client, la mesure de l'épaisseur doit faire l'objet d'un essai d'acceptation.

### 9.3 Contrôle du colmatage

#### 9.3.1 Essai de perte de masse avec traitement acide préalable

Cet essai évalue la résistance de la surface d'une couche anodique à une attaque chimique acide.

Cet essai doit être effectué comme spécifié par la méthode 2 de la norme ISO 3210, à l'aide de la solution B à base d'acide phosphorique, si ce n'est que la solution ne doit pas être utilisée après dissolution de plus de 0,5 g de couche anodique et d'aluminium par litre de solution. La méthode 2 comprend le traitement acide préalable dans une solution d'acide nitrique.

Il existe plusieurs possibilités pour prélever les éprouvettes. L'anodiseur doit retenir une des options listées ci-dessous, rangées de 1 à 3 par ordre à privilégier. Les circonstances qui pourraient amener l'anodiseur à adopter l'option 2 ou 3 comprennent celles où : i) il n'est pas possible de prélever des éprouvettes du lot de production en raison de la forme, de la taille ou de l'encombrement du produit ; ii) plusieurs lots d'alliages différents sont traités ensemble ; iii) le lot ne comprend qu'une pièce.

- 1) Les éprouvettes doivent être prélevées sur le lot de production.
- 2) Les éprouvettes d'essai doivent être du même alliage que les pièces de production et traitées en même temps qu'elles.
- 3) Les éprouvettes d'essai peuvent être d'un alliage différent de celui des pièces de production mais elles doivent être traitées en même temps qu'elles. L'alliage doit contenir au moins 97 % d'aluminium. Si l'anodiseur adopte fréquemment cette option, il lui est recommandé de toujours utiliser le même alliage afin de pouvoir établir des enregistrements cohérents.

La pratique adoptée doit être consignée dans le registre des contrôles de la production.

L'essai de perte de masse doit être effectué deux semaines maximum après le colmatage.

La fonctionnalité d'une balance analytique est déterminée par l'écart maximal suivant, pour la mise à zéro et au moins deux masses :  $\pm 1$  mg.

### 9.3.2 Essai de perte de masse sans traitement acide préalable

Cet essai évalue la résistance de la surface d'une couche anodique à une attaque chimique acide.

Cet essai doit être effectué comme spécifié par la méthode 1 de la norme ISO 3210, à l'aide de la solution B à base d'acide phosphorique, si ce n'est que la solution ne doit pas être utilisée après dissolution de plus de 0,5 g de couche anodique et d'aluminium par litre de solution.

Il existe plusieurs possibilités pour prélever les éprouvettes. L'anodiseur retient une des options listées ci-dessous, rangées de 1 à 3 par ordre à privilégier. Les circonstances qui pourraient amener l'anodiseur à adopter l'option 2 ou 3 comprennent celles où : i) il n'est pas possible de prélever des éprouvettes du lot de production en raison de la forme, de la taille ou de l'encombrement du produit ; ii) plusieurs lots d'alliages différents sont traités ensemble ; iii) le lot ne comprend qu'une pièce.

- 1) Les éprouvettes doivent être prélevées sur le lot de production.
- 2) Les éprouvettes d'essai doivent être du même alliage que les pièces de production et traitées en même temps qu'elles.
- 3) Les éprouvettes d'essai peuvent être d'un alliage différent de celui des pièces de production mais elles doivent être traitées en même temps qu'elles. L'alliage doit contenir au moins 97 % d'aluminium. Si l'anodiseur adopte fréquemment cette option, il lui est recommandé de toujours utiliser le même alliage afin de pouvoir établir des enregistrements cohérents.

La pratique adoptée doit être consignée dans le registre des contrôles de la production.

L'essai de perte de masse doit être effectué deux semaines maximum après le colmatage.

La fonctionnalité d'une balance analytique est déterminée par l'écart maximal suivant, pour la mise à zéro et au moins deux masses :  $\pm 1$  mg.

### 9.3.3 Essai à la goutte de colorant

Cet essai évalue le pouvoir absorbant de la surface extérieure des couches anodiques, qui est réduit par le colmatage.

Le pouvoir absorbant doit être déterminé selon la norme ISO 2143.

L'essai s'applique uniquement à l'aluminium anodisé naturel et de couleur claire.

La préparation des solutions d'essai doit être réalisée selon les instructions du fournisseur de produits chimiques. Si les solutions de colorant décrites dans la norme ISO 2143 sont

stockées convenablement, elles resteront stables pendant deux ans. Il convient toutefois de vérifier leur pH tous les trois mois. Si le pH d'une solution est en dehors de la plage prescrite par le fournisseur de produits chimiques, il doit être corrigé selon les instructions de ce dernier.

#### 9.3.4 Essai d'admittance

Cet essai mesure l'admittance électrique de la totalité de l'épaisseur de la couche anodique, qui est réduite par le colmatage.

L'admittance doit être déterminée conformément à la norme ISO 2931.

La fonctionnalité des appareils de mesure de l'admittance est déterminée par les écarts maximaux suivants, par gamme d'admittance :  $\pm 1 \mu\text{S}$  à  $3 \mu\text{S}$  et  $10 \mu\text{S}$  ;  $\pm 2 \mu\text{S}$  à  $20 \mu\text{S}$  ;  $\pm 10 \mu\text{S}$  à  $200 \mu\text{S}$ .

Cet essai ne s'applique pas :

- aux pièces colmatées à froid ;
- aux alliages contenant plus de 2 % de silicium, 1,5 % de manganèse ou 3 % de magnésium.

Les limites d'acceptation pour l'essai d'admittance qui s'appliquent aux finitions incolores ne s'appliquent pas aux pièces colorées par procédé électrolytique en bronze moyen, bronze foncé et noir. Il s'agit de finitions dont la valeur de  $L^*$  est inférieure à 60 environ sur l'échelle CIE 1976  $L^*a^*b^*$ .

## 9.4 Aspect

### 9.4.1 Défauts visibles

Les procédés de fabrication sont à l'origine de certains défauts (ligne de filage, rayure d'usinage, défaut de soudure, strie longitudinale, pick-up, point chaud...). D'autres défauts peuvent survenir accidentellement, comme les marques, les rayures, les entailles ou la corrosion. Des défauts peuvent également être dus au traitement sur la ligne d'anodisation. Il s'agit notamment d'une décoloration provoquée par des sels résiduels dans les trous filetés et de l'inclusion de bulles d'air empêchant la solution d'atteindre certaines zones de la surface. L'acceptation de ces défauts dépend des exigences du client.

La ou les surfaces significatives des pièces anodisées doivent être évaluées à l'œil nu. Sauf accord contraire, lorsque les produits sont destinés à être utilisés dans des conditions d'éclairage naturel, les pièces doivent être comparées à la lumière du jour diffuse, avec le soleil dans le dos de l'observateur. Si les produits sont destinés à être utilisés dans des conditions de lumière artificielle, cet éclairage doit être employé pour la comparaison, et une source d'éclairage diffuse doit être placée au-dessus et derrière l'observateur.

### 9.4.2 État de surface et couleur

L'évaluation comparative de l'aspect doit se faire à l'œil nu ou par une méthode instrumentale.

Lors de l'évaluation visuelle comparative, les pièces doivent être placées dans le même plan et observés d'aussi près que possible perpendiculairement au plan, toujours dans le même sens de travail (par exemple le sens du laminage, de l'extrusion ou de l'usinage).

Sauf accord contraire, lorsque les produits sont destinés à être utilisés dans des conditions d'éclairage naturel, les pièces doivent être comparées à la lumière du jour diffuse, avec le soleil dans le dos de l'observateur. Si les produits sont destinés à être utilisés dans des conditions de lumière artificielle, cet éclairage doit être employé pour la comparaison, et une source d'éclairage diffuse doit être placée au-dessus et derrière l'observateur.

Pour l'état de surface, la mesure instrumentale doit être effectuée conformément aux exigences de la norme ISO 6719 ou 7668, en suivant les indications de la norme ISO 7599. Pour l'évaluation de la couleur, la mesure instrumentale doit être effectuée conformément aux exigences de la norme ISO 11664-4.

### 9.4.3 Propriétés de réflexion de la lumière

L'évaluation des propriétés de réflexion de la lumière d'une couche anodique doit être réalisée conformément à la norme ISO 7599 par les méthodes instrumentales spécifiées dans les normes ISO 6719, 7668, 7759, 10215 et 10216, selon l'accord entre l'anodiseur et le client.

## 9.5 Résistance à la corrosion

La résistance à la corrosion de l'aluminium anodisé doit être évaluée par une des méthodes spécifiées dans la norme ISO 9227. La durée de l'essai au brouillard salin acétique (AASS, *acetic acid salt spray*) doit être de 1000 heures. Conformément aux exigences de la norme 10074, la durée de l'essai au brouillard salin neutre (NSS, *neutral salt spray*) doit être de 336 heures. L'applicabilité de ces essais est indiquée dans le tableau 2.

Les éprouvettes doivent mesurer au moins 150 mm x 70 mm x 1 mm.

Ces méthodes ne sont pas applicables aux couches anodiques non colmatées.

La corrosivité du milieu de la chambre d'essai au brouillard salin doit être évaluée selon la méthode spécifiée dans la norme ISO 9227. En fonctionnement continu, l'intervalle entre deux contrôles de la corrosion ne doit pas être supérieur à trois mois. Le rapport d'essai doit comporter la date du dernier contrôle de la corrosion.

## 9.6 Résistance à l'usure / à l'abrasion

Cette section traite des méthodes d'évaluation de la résistance à l'usure de la surface de la couche anodique (résistance à l'abrasion de surface) et de la résistance à l'usure de la totalité de l'épaisseur de la couche (résistance à l'usure de masse). Certaines de ces méthodes évaluent la résistance à l'usure abrasive et d'autres la résistance à l'usure érosive.

### 9.6.1 Méthode d'essai à l'abrasion de surface

Cet essai évalue la qualité de la couche anodique.

La résistance à l'abrasion de surface d'une couche anodique est évaluée à l'aide d'un papier de verre abrasif permettant de déterminer si la couche est plus ou moins dure que le papier utilisé.

La résistance à l'abrasion de surface doit être déterminée par la méthode 1 de la norme ISO 18771 en tenant compte des éléments suivants :

- Le papier abrasif doit être fermement maintenu en place autour du support et, par une légère pression des doigts, maintenu à plat contre la surface anodisée.
- Si la couche anodique est plus dure que le papier abrasif, il glisse facilement sur la surface et la couche est seulement polie. Si le papier abrasif est plus dur que la couche anodique, on ressent une nette résistance lorsqu'il mord dans le revêtement.
- Elle ne doit être effectuée que par des opérateurs expérimentés de l'installation d'anodisation ; les résultats obtenus par d'autres personnes pourraient ne pas être valables.

### 9.6.2 Méthode d'essai à la roue abrasive

Cet essai évalue la résistance à l'usure abrasive de la couche anodique.

Il s'agit de la méthode d'arbitrage pour évaluer la résistance à l'abrasion de surface d'une couche anodique.

La résistance à l'usure abrasive doit être déterminée par la méthode d'essai d'usure à la roue abrasive décrite dans la norme ISO 8251, à ceci près qu'une éprouvette PMMA (matériaux à base de polyméthacrylate de méthyle) ne doit pas être utilisée.

### 9.6.3 Méthode d'essai au jet abrasif

Cet essai évalue la résistance à l'usure érosive de la couche anodique.

La résistance au jet érosif doit être déterminée par la méthode d'essai au jet abrasif décrite dans la norme ISO 8251, à ceci près qu'une éprouvette PMMA (matériaux à base de polyméthacrylate de méthyle) ne doit pas être utilisée.

### 9.6.4 Méthode d'essai par chute de sable

Cet essai évalue la résistance à l'usure érosive de la couche anodique.

La résistance à l'érosion par chute de sable doit être déterminée par la méthode décrite dans la norme ISO 8251.

### 9.6.5 Méthode d'essai à l'abrasion Taber

Cet essai évalue la résistance à l'usure abrasive de la couche anodique. La méthode utilisée doit être celle décrite dans la norme ISO 10074.

## 9.7 Microdureté

La microdureté d'une couche anodique doit être déterminée par la méthode de microdureté Vickers de la norme ISO 4516.

## 9.8 Résistance à la formation de criques par déformation

La résistance à la formation de criques par déformation d'une couche anodique doit être déterminée par la méthode spécifiée dans la norme ISO 3211.

Cet essai est pertinent pour les produits laminés qui sont déformés après l'anodisation.

## 9.9 Solidité à la lumière artificielle et au rayonnement ultraviolet

### 9.9.1 Solidité à la lumière

La solidité à la lumière de l'aluminium anodisé doit être déterminée par la méthode spécifiée dans la norme ISO 2135.

Il s'agit d'une méthode d'essai accéléré qui utilise la lumière artificielle. Elle est adaptée au contrôle de la production des couches anodiques colorées dont la solidité à la lumière a été déterminée par un essai de vieillissement naturel. Cet essai ne convient pas aux couches anodiques colorées dont l'indice de solidité à la lumière est inférieur à 6.

### 9.9.2 Solidité au rayonnement ultraviolet et à la chaleur

La solidité de l'aluminium anodisé au rayonnement ultraviolet et à la chaleur doit être déterminée par la méthode spécifiée dans la norme ISO 6581.

Il s'agit d'une méthode comparative, qui ne convient pas aux couches anodiques colorées sensibles à la chaleur.

### 9.10 Tension de claquage

La tension de claquage d'une couche anodique doit être déterminée par une des méthodes définies dans la norme ISO 2376.

Les méthodes décrites sont applicables aux couches colmatées utilisées principalement comme isolants électriques. La tension de claquage est affectée par l'humidité relative.

### 9.11 Continuité de la couche anodique

La continuité de la couche anodique doit être déterminée par la méthode spécifiée dans la norme ISO 2085.

La méthode est applicable aux couches anodiques ayant subi une déformation comme celles produites par anodisation de bandes en continu. Elle convient également aux couches anodiques de moins de 5 µm d'épaisseur.

### 9.12 Masse par unité de surface

La masse surfacique de la couche anodique doit être déterminée par la méthode spécifiée dans la norme ISO 2106.

La méthode n'est pas applicable aux couches anodiques des alliages d'aluminium dont la teneur en cuivre est supérieure à 6 %. Si l'épaisseur ou la masse volumique apparente de la couche est connue, la masse surfacique peut être utilisée pour calculer la valeur de la propriété inconnue.

### 9.13 Résistance au craquellement thermique

La résistance au craquellement thermique d'une couche anodique doit être déterminée comme suit.

- Placer une éprouvette de la pièce à contrôler dans un four préchauffé à 50 °C capable de maintenir une température ne variant pas de plus de ±3 °C.
- Après 30 minutes, chercher des craquelures sur l'éprouvette à l'œil nu. En l'absence de craquelures, augmenter la température du four de 5 °C.
- Lorsque le four a atteint la température, chronométrer 30 minutes puis vérifier à nouveau l'éprouvette.
- En l'absence de craquelures, continuer à augmenter la température de 5 °C et à vérifier toutes les 30 minutes, jusqu'à apparition de craquelures.

### 9.14 Mesure du pH

Plusieurs essais nécessitent de mesurer le pH. La fonctionnalité d'un pH-mètre est déterminée par l'écart maximal suivant, pour le pH 4 et le pH 7 : ± 0,1 unité de pH.

### 9.15 Récapitulatif des essais de production pour les différents types d'anodisation

Le tableau 2 donne un aperçu des essais effectués par l'anodiseur et des essais effectués lors d'une inspection, en fonction du type d'anodisation. Il comporte les références aux sections qui décrivent les essais, et aux annexes et sections qui déterminent les essais à effectuer. Le symbole X désigne un essai effectué par l'anodiseur ; le symbole o désigne un essai effectué par l'anodiseur sur demande du client. L'anodiseur peut sous-traiter la réalisation d'un essai s'il satisfaisait aux exigences applicables de l'ISO/IEC 17025. Des règles particulières précisent les circonstances dans lesquelles l'anodiseur n'est pas tenu d'effectuer

les essais de solidité à la lumière. Dans tous les cas, certaines conditions ou exigences particulières peuvent s'appliquer ; elles sont spécifiées dans les sections concernées. Il est donc indispensable de les consulter plutôt que de s'appuyer uniquement sur le tableau 2. Les cellules grisées du tableau 2 désignent les essais réalisés lors d'une inspection. Les inspections n'intègrent pas le contrôle des défauts visibles, de l'état de surface, de la couleur et des tolérances dimensionnelles finales car ces éléments peuvent être facilement vérifiés par le client.

**Tableau 2. Contrôle des produits effectué par l’anodiseur et lors d’une inspection**

Essais	Section	Type d’anodisation			
		Architecturale aspect et protection importants	Industrielle aspect secondaire	Décorative principale caractéristique : aspect décoratif	Dure excellente résistance à l’usure
		12.7 & 12.11	13.7 & 13.11	14.7 & 14.11	15.7 & 15.11
Épaisseur de la couche anodique	9.2	X	X	X	X
Tolérances dimensionnelles			o		o
Perte de masse (avec traitement acide préalable)	9.3.1	X	X	X	
Perte de masse (sans traitement acide préalable)	9.3.2				
Goutte de colorant	9.3.3	X	X	X	
Admittance	9.3.4				
Défauts visibles (toute distance)	9.4.1		X		X
Défauts visibles à 5 m et 3 m	9.4.1	X			
Défauts visibles à 2 m et 0,5 m	9.4.1			X	
État de surface et couleur	9.4.2	X	o	X	
Réflexion de la lumière	9.4.3	o		o	
Résistance à la corrosion (AASS)	9.5		o		
Résistance à la corrosion (NSS)	9.5				o
Résistance à l’abrasion de surface (papier de verre abrasif)	9.6.1	X			
Résistance à l’abrasion de surface (roue abrasive)	9.6.2	X			
Résistance à l’usure (roue abrasive)	9.6.2		o	o	X
Résistance à l’usure (jet abrasif)	9.6.3				
Résistance à l’usure (chute de sable)	9.6.4				
Résistance à l’usure (méthode Taber)	9.6.5		o		X
Microdureté	9.7		o		o
Résistance à la formation de criques par déformation	9.8	o	o	o	
Solidité à la lumière	9.9.1	X		o	
Solidité au rayonnement ultraviolet	9.9.2	o		o	
Tension de claquage	9.10		o		o
Continuité de la couche anodique	9.11	o	o	o	
Masse surfacique	9.12		o		o
Résistance au craquellement thermique	9.13	o		o	
Rugosité			o		o
Essais de simulation d’utilisation			o	o	o

## 10 Agrément pour les nouveaux procédés

Ce chapitre concerne l'anodisation architecturale, qui est différente des autres types d'anodisation comme expliqué ci-dessous.

Il est important que les nouveaux procédés utilisés dans la production d'aluminium anodisé pour les applications architecturales extérieures soient contrôlés et agréés par Qualanod. En effet, les effets climatiques peuvent se manifester à long terme, sont très variables et ne peuvent pas être simulés efficacement par des essais de laboratoire standards.

Si des essais de laboratoire efficaces ou des simulations de conditions de service peuvent être menés, le contrôle et l'agrément des nouveaux procédés destinés à être utilisés dans la production d'aluminium anodisé pour application industrielle, décorative ou dure ne sont pas nécessaires. Toutefois, un fournisseur a la possibilité de demander à Qualanod de contrôler un nouveau procédé qu'il souhaite proposer aux anodiseurs.

Un nouveau procédé doit être contrôlé et agréé dès lors qu'il est susceptible d'affecter les performances de l'aluminium anodisé en utilisation extérieure. Sont concernés les nouveaux procédés d'anodisation et de colmatage et, le cas échéant, d'autres nouveaux procédés appliqués après la phase d'anodisation.

Les anodiseurs licenciés pour les produits du chapitre 12 (anodisation architecturale) ne doivent utiliser que des procédés d'anodisation ou étapes ultérieures de la ligne qui ont fait leur preuve pour une utilisation sur les lignes d'anodisation architecturale ou qui ont un agrément Qualanod en vigueur. Le non-respect de cette obligation constitue une non-conformité (voir chapitres 6 et 12). Des recommandations sur les procédés déjà éprouvés figurent au chapitre 11.

Avant qu'un anodiseur licencié pour les produits du chapitre 12 (anodisation architecturale) puisse utiliser un nouveau procédé, son fournisseur ou lui-même doit s'assurer auprès du secrétariat de Qualanod que le procédé a fait ses preuves ou qu'il dispose d'un agrément en vigueur. Si ce n'est pas le cas, une demande d'évaluation visant à obtenir un agrément peut être faite. La procédure d'évaluation est décrite dans un document spécifique intitulé « Règlement général », disponible sur internet et auprès du secrétariat de Qualanod. Il convient de préciser que la procédure est destinée aux procédés d'anodisation architecturale tels que décrits dans ce chapitre et pourrait ne pas être applicable aux autres cas.

## 11 Informations sur les produits et les procédés

### 11.1 Dispositions générales

Cette section fournit des informations et des recommandations. Aucun de ses éléments n'est obligatoire pour la conformité aux présentes Directives.

### 11.2 L'aluminium à anodiser

#### 11.2.1 Anodisation architecturale

Les alliages les plus couramment utilisés pour l'anodisation destinée aux applications architecturales extérieures sont les séries AA 1000, 5000 et parfois 3000 pour les produits laminés, et la série 6000 pour les produits extrudés. Le tableau 3 donne des indications sur les alliages adaptés à l'anodisation, ainsi que sur d'autres alliages habituellement considérés comme ayant une bonne réaction à l'anodisation décorative et protectrice. Ces matériaux n'ont pas le même aspect après l'anodisation, y compris parfois pour le même alliage. En effet, après le prétraitement et l'anodisation, l'aspect est fortement influencé par la microstructure de l'alliage. Cette dernière dépend à la fois des procédés métallurgiques utilisés et de la composition de l'alliage. De plus, les spécifications relatives à la composition des alliages établies dans les normes nationales et internationales sont très larges ; les producteurs d'alliages aptes à l'anodisation ont leurs propres spécifications qui sont beaucoup plus restrictives. Ainsi, puisque même de très faibles variations dans la microstructure métallurgique peuvent entraîner des différences d'aspect significatives, il est recommandé de ne pas mélanger des matériaux provenant de lots différents au sein du même projet.

En ce qui concerne les structures en aluminium qui figurent dans l'Eurocode (EN 1999-1-1), seuls les alliages listés peuvent être utilisés. Ces alliages sont indiqués par un astérisque dans le tableau 3.

Le client doit spécifier l'alliage et attester que le produit semi-fini est conforme à la norme adaptée aux conditions techniques de contrôle et de livraison, par exemple ISO 6362-1, EN 485-1, EN 586-1, EN 754-1, EN 755-1, EN 12020-1. Ces normes spécifient la composition conformément à la norme EN 573-3 et l'absence de défauts de surface. Elles recommandent également que le producteur soumette les produits semi-finis destinés à être anodisés à un test d'anodisabilité avant la livraison, et que la fréquence et la méthode d'essai fassent l'objet d'un accord entre le producteur et le client. Dans ce cadre, il est conseillé de traiter un échantillon sur la ligne d'anodisation afin de produire la finition approuvée par l'anodiseur et le client ; l'échantillon est ensuite évalué visuellement.

Des alliages autres que ceux listés dans le tableau 3 peuvent être utilisés si le client l'exige, auquel cas il doit spécifier par écrit la classe d'épaisseur d'anodisation.

**Tableau 3. Alliages adaptés à l’anodisation architecturale**

Séries (AA)	Éléments d’alliage	Propriétés du métal	Alliages (AA)	Propriétés du métal anodisé
1xxx	Aucun	Mou Conducteur	1050A 1080A	Clair Brillant
<i>Recommandation :</i> <i>Conseils de finition : ce matériau tendre doit être déplacé avec précaution ; convient pour des produits brillants ; sensible aux taches de décapage.</i>				
5xxx	Magnésium	Dur Ductile	5005* 5005A* 5050 5251 5657 5754*	Clair Bonne protection
<i>Conseils de finition : pour 5005 et 5005A, maintenir Si &lt; 0,1% et Mg entre 0,7% et 0,9% ; vérifier l’absence de traces d’oxyde; 5005 et 5005A sont très utilisés dans les applications architecturales.</i>				
6xxx	Magnésium et silicium	Dur Ductile	6060* 6063* 6063A* 6463	Clair Bonne protection
<i>Conseils de finition : pour une finition mate, maintenir Fe &gt; 0,22% ; pour une finition brillante, maintenir Fe &lt; 0,15% ; 6060 et 6063 conviennent le mieux à 5005 et 5005A ; 6463 convient le mieux au brillantage chimique ; l’aspect final après anodisation peut dépendre des variations dans la teneur en Fe et en autres éléments.</i>				

**11.2.2 Anodisation industrielle et dure**

Le tableau 4 donne des indications sur les alliages adaptés aux applications industrielles. Bien que l’anodisation dure puisse être appliquée à de nombreux alliages, ceux qui contiennent plus de 5 % de cuivre et/ou à 8 % de silicium et les alliages de coulée sous pression nécessitent des procédures d’anodisation particulières. Les alliages à faible teneur en éléments d’alliage donnent la meilleure microdureté et résistance à l’usure, et la rugosité de surface la plus faible.

**Tableau 4. Indications sur les alliages pour l’anodisation industrielle et dure**

Alliage (AA)	Protection contre la corrosion	Résistance à l’usure
1080, 1050A	Excellente	Excellente
1200	Très bonne	Excellente
2011, 2014A, 2017A, 2024, 2030, 2031	Mauvaise	Bonne
3003, 3103, 3105	Bonne	Bonne
4043A	Bonne	Bonne
5005, 5050, 5052	Excellente	Excellente
5056A	Bonne	Excellente
5083	Bonne	Bonne
5154A, 5251, 5454, 5754	Très bonne	Excellente
6005A, 6061, 6463	Très bonne	Très bonne
6060, 6063	Excellente	Excellent
6082, 7020, 7022, 7075	Bonne	Bonne

Avant l'anodisation, les arêtes vives doivent être usinées à un rayon d'au moins 10 fois l'épaisseur de la couche anodique prévue pour éviter la combustion. En général, les pièces ne doivent pas être soumises à des traitements thermiques, d'usinage, de soudage, de formage et de perforation après anodisation, bien que le meulage soit parfois utilisé afin de respecter les tolérances dimensionnelles.

### 11.2.3 Anodisation décorative

Pour obtenir des effets particulièrement décoratifs ou un aspect particulièrement uniforme, il convient d'utiliser des alliages de qualité « anodisation » produits par des techniques de fabrication spéciales. Il n'existe donc pas de norme nationale ou internationale pour la qualité « anodisation » car le terme se réfère à des schémas de production particuliers conçus par les fabricants.

De l'aluminium de pureté supérieure ou des alliages spéciaux doivent être utilisés pour obtenir une finition très brillante.

Les principaux effets des éléments d'alliage sont les suivants :

- Fer. Réduit le brillant spéculaire. Les rapports fer/silicium élevés produisent des stries foncées.
- Silicium. Turbidité lorsqu'il n'est pas en solution solide. Une teneur en silicium supérieure à 5 % produit des couches gris foncé ou noires.
- Magnésium. Une teneur en magnésium inférieure ou égale à 3 % produit des couches anodiques incolores.
- Cuivre. Augmente le brillant spéculaire. Une teneur en cuivre supérieure à 2 % produit une décoloration.
- Manganèse. Une teneur en manganèse inférieure ou égale à 1 % peut produire des couches anodiques claires, argentées, grises, brunes ou marbrées selon la microstructure de l'alliage.
- Zinc. Une teneur en zinc inférieure ou égale à 5 % peut produire des couches anodiques incolores, brunes ou marbrées selon la microstructure de l'alliage.
- Chrome. Une teneur en chrome de 3 % produit des couches anodiques jaunes.

Des alliages spéciaux pour l'anodisation colorée intégrale et des alliages « autocolorants » pour le procédé sulfurique ou sulfurique-oxalique peuvent être utilisés pour produire certaines couleurs.

## 11.3 Épaisseur des couches anodiques

### 11.3.1 Anodisation architecturale

Pour l'aluminium anodisé, le degré de protection contre la corrosion par piqûres augmente avec l'épaisseur de la couche anodique. La durée de vie du produit dépend donc beaucoup de l'épaisseur de couche. Cependant, plus la couche anodique est épaisse, plus la dépense énergétique associée est élevée. Par conséquent, la suranodisation n'est pas recommandée. Pour les applications architecturales extérieures, le choix de la classe d'épaisseur dépend de l'agressivité de l'environnement et peut être déterminé par des normes nationales.

L'utilisation de certains colorants nécessite la spécification d'une épaisseur de classe AA 20 ou plus pour obtenir une absorption adéquate des colorants et une solidité à la lumière.

### 11.3.2 Anodisation industrielle et dure

Les couches anodiques ont généralement une épaisseur de 15 µm à 150 µm. Les produits tels que les languettes et les filets peuvent avoir des couches anodiques allant jusqu'à 25 µm d'épaisseur. Une épaisseur de 15 µm à 80 µm suffit souvent à satisfaire les exigences en matière d'isolation. Les couches anodiques de 150 µm sont utilisées à des fins de réparation.

## 11.4 Aspect

### 11.4.1 Défauts

Parmi les défauts on trouve les marques, les rayures, les entailles, la corrosion, la planéité, les défauts de soudures, les stries longitudinales, les pick-ups et les points chauds.

### 11.4.2 État de surface

La norme ISO 7599 comprend un système de désignation de la préparation de surface. L'aspect des produits finis dépend du traitement de surface effectué immédiatement avant l'anodisation. Les exigences relatives à l'uniformité de l'aspect sont liées aux variations admissibles de l'alliage, y compris les variations causées par le traitement effectué par l'anodiseur.

L'écart admissible de l'aspect final et de l'uniformité doit être convenu au moyen d'échantillons de référence ayant l'épaisseur de couche requise et acceptés par les deux parties. La méthode d'évaluation doit également relever d'un accord entre les deux parties. En matière d'aspect, il est impossible de parler de limites « supérieures » et « inférieures » car un certain nombre de facteurs différents y contribuent. Ainsi, même si le brillant spéculaire varie sur une échelle allant jusqu'à 100, des échantillons présentant des valeurs de brillance comparables peuvent avoir un aspect très différent lorsqu'on les examine à l'œil nu.

Lorsque des méthodes instrumentales sont utilisées pour l'évaluation de l'état de surface, il est important d'être attentif à l'influence de l'orientation de l'échantillon (sens de travail) sur la mesure et de définir le mode opératoire en conséquence. Par exemple, le brillant spéculaire doit être mesuré en plaçant l'échantillon en contact avec l'instrument de sorte que le plan d'incidence et de réflexion soit parallèle au sens de travail du métal.

## 11.5 Équipement des installations d'anodisation

### 11.5.1 Cuves

Le matériau et/ou le revêtement des cuves doivent être choisis de manière à éviter tout risque de contamination des solutions.

La capacité des bains d'anodisation doit être proportionnelle à l'ampérage pour garantir la densité de courant requise et le maintien de la température spécifiée.

### 11.5.2 Refroidissement de l'électrolyte d'anodisation

La capacité de refroidissement du système utilisé doit pouvoir absorber toute la chaleur générée pendant le procédé électrolytique en utilisant au maximum la capacité électrique installée et au rythme où elle est générée. La chaleur générée en calories par heure avec une température de travail normale est d'environ :

$$0,86 \times I \times (V + 3) = K$$

où  $I$  est l'intensité maximum en ampères,  $V$  est la tension maximum en volts et  $K$  est la capacité de refroidissement en kcal/h. Il faut également tenir compte des conditions ambiantes lors du calcul de la capacité de refroidissement totale.

### 11.5.3 Agitation de l'électrolyte d'anodisation

L'agitation de l'électrolyte par rapport aux pièces doit être suffisante pour éliminer l'excès de chaleur généré à la surface de l'aluminium pendant l'anodisation.

Il s'agit d'un facteur primordial pour maintenir la température de l'électrolyte autour des pièces, dans la mesure où un transfert de chaleur insuffisant peut conduire à une mauvaise qualité du film anodique. L'agitation nécessaire peut être obtenue par turbulence hydraulique ou par air. Pour le traitement par lots, l'agitation de l'électrolyte par pompe de recirculation classique

ne suffit généralement pas à maintenir une température correcte dans le bain. Toutefois, la turbulence hydraulique produite par un système de pompage avec des buses d'éjection placées au fond de la cuve est efficace pour le traitement par lots. Bien que l'énergie requise soit plus importante que nécessaire pour l'agitation à basse pression d'air, la différence peut être comparable à la perte d'énergie par évaporation de l'eau dans les cuves agitées par air. La turbulence hydraulique fournit une agitation plus importante que les systèmes à air, ce qui peut améliorer l'uniformité de l'épaisseur sur les charges et réduire la possibilité de combustion. En outre, il y a moins de brume acide à la surface de la solution.

Si l'agitation par air est adoptée, un niveau minimum de 5 m<sup>3</sup>/h par m<sup>2</sup> de surface de bain doit être utilisé (mesuré avec un débitmètre) ; la valeur recommandée est de 12 m<sup>3</sup>/h par m<sup>2</sup> de surface de bain. Les bulles d'air peuvent augmenter la résistivité de la solution jusqu'à 35 %, ce qui amplifie la consommation d'énergie électrique pour l'anodisation. Le flux d'air doit assurer une agitation régulière de l'électrolyte sur toute la surface du bain. La meilleure façon d'y parvenir est d'utiliser un grand volume d'air pulsé basse pression plutôt qu'un compresseur. L'utilisation d'air comprimé entraîne d'importantes déperditions de chaleur par évaporation, en particulier lorsqu'elle est associée à une extraction d'air. À noter que l'utilisation de l'agitation par haute pression d'air ne constitue pas la « meilleure technique disponible » (MTD) en raison de la consommation énergétique élevée. Cependant, si un compresseur est utilisé, les dimensions des tuyaux et des orifices d'agitation doivent être ajustées de manière à créer un mouvement régulier.

#### 11.5.4 Chauffage

La capacité de chauffage des bains doit être en rapport avec les températures à maintenir pendant les différentes phases du traitement. En particulier, la température des bains de colmatage hydrothermique devrait pouvoir être maintenue à 96 °C minimum pendant tout le procédé de colmatage.

#### 11.5.5 Alimentation électrique

L'équipement et les installations électriques (redresseurs et jeux de barres) doivent permettre de générer la densité de courant requise pour une charge correspondant à la capacité totale des redresseurs installés.

Il doit être possible de réguler l'alimentation en courant continu par échelon de 0,5 V maximum.

La vitesse à laquelle la tension est appliquée n'est pas un facteur critique. Toutefois, une réduction lente de la tension en fin de cycle peut entraîner une attaque de la couche anodique.

Les échelles de mesure du voltmètre et de l'ampèremètre doivent être définies comme suit : chaque division doit représenter au maximum 2 % (volts) et 5 % (ampères) de la déviation totale de l'échelle.

Les appareils de mesure doivent appartenir à la classe de précision 1,5 %. Ils doivent être contrôlés deux fois par an.

Lors de l'utilisation d'alimentations en courant avec des formes d'onde de fréquence compliquées, il faut s'assurer que l'appareil mesure bien le courant principal. Il est très important de travailler avec la bonne densité de courant. Cela veut dire que le courant réel fourni aux cuves doit être mesuré.

La chute de tension aux bornes du contact entre le jeu de barres et la barre d'anode ne doit pas être supérieure à 0,3 V ; la température ne doit pas dépasser la température ambiante de plus de 30 °C.

### 11.5.6 Dispositifs de montage

Les supports en aluminium, immergés dans l'électrolyte, doivent avoir une section transversale représentant plus de 0,2 mm<sup>2</sup>/A. Le titane, qui a une résistivité plus élevée, exige des sections plus importantes.

Le nombre et la dimension des contacts doivent être suffisants pour répartir uniformément le courant vers toutes les pièces de la charge et sur toute la surface de chaque pièce. La pression sur les contacts devrait être suffisamment forte pour éviter l'oxydation des points de contact et le mouvement des pièces pendant l'électrolyse.

La charge doit être disposée sur les râteliers de manière à minimiser la variation d'épaisseur du film anodique. Une charge disposée de manière très dense ou des rangées multiples de pièces sans cathodes intermédiaires peuvent entraîner une variation accrue de l'épaisseur du film anodique. Les systèmes avec cathodes centrales entre les rangées de la charge sont recommandés.

## 11.6 Procédés des installations d'anodisation

### 11.6.1 Rinçage

Au moins un rinçage séparé doit être effectué après chaque étape de traitement en solution aqueuse (préparation de surface, anodisation, coloration).

Certaines étapes du traitement nécessitent plusieurs rinçages successifs. C'est notamment le cas de l'anodisation. Le premier rinçage étant généralement très acide, un second rinçage est nécessaire avant la coloration ou le colmatage.

Les pièces anodisées ne doivent jamais être laissées plus de 1 à 2 minutes dans le bain de rinçage acide, sous peine de causer l'attaque de la couche anodique.

### 11.6.2 Préparation de surface

#### 11.6.2.1 Dispositions générales

La préparation de la surface avant l'anodisation peut remplir un certain nombre d'objectifs. Il s'agit notamment de dégraisser pour éliminer les particules de surface indésirables ou les contaminants tels que les pick-ups, les oxydes de surface et les corps gras. Un autre objectif est de rendre la surface plus lisse, ce qui augmente sa spécularité. Enfin, certains procédés de rugosité permettent d'obtenir des états de surface particuliers. Une autre catégorie comprend les procédés visant à doter la surface de fonctionnalités telles que la promotion d'adhérence, par exemple l'attaque avec formation de tunnels pour feuilles de condensateurs.

Les procédés de lissage sont les suivants.

- Le polissage mécanique qui est souvent utilisé avant les opérations de brillantage chimique ou électrochimique.
- Le brillantage électrochimique (aussi appelé « polissage électrolytique ») pour obtenir les niveaux les plus élevés de réflectivité spéculaire.
- L'attaque chimique qui utilise principalement des mélanges d'acide phosphorique/sulfurique et qui est conçue remplacer le polissage mécanique.
- Le brillantage chimique pour augmenter la réflectivité spéculaire en utilisant des mélanges acide phosphorique (+ sulfurique)/nitrique.

Les procédés de rugosité comprennent l'attaque chimique, généralement dans des solutions à base d'hydroxyde de sodium mais parfois dans des solutions acides, pour les surfaces

mates et le grenailage avec de la grenaille d'acier, qui peut être utilisé avant l'attaque chimique pour réduire le temps de traitement et les rejets d'effluents.

Le système de désignation des préparations de surface de l'ISO 7599 est présenté ci-après avec des catégories supplémentaires pour le grenailage.

Symbole	Type de prétraitement	Remarques
<b>E0</b>	Dégraissage et désoxydation uniquement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Préparation de surface avant anodisation au cours de laquelle la surface est dégraissée et désoxydée sans autre prétraitement</li> <li>• Enlèvement de métal négligeable</li> <li>• Les marques mécaniques, telles que les éraillures et les rayures, resteront visibles</li> <li>• Les effets de corrosion, qui pouvaient être difficilement perceptibles avant le traitement, peuvent devenir visibles après le traitement</li> <li>• Un traitement mécanique avant le traitement E0 peut éliminer ces défauts, mais il est préférable de manipuler et de stocker correctement le métal afin d'éviter la corrosion</li> </ul>
<b>E1</b>	Meulage uniquement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le meulage donne un aspect relativement uniforme, mais un peu terne</li> <li>• Les défauts de surface présents sont en grande partie éliminés ; toutefois, selon le grain de l'abrasif, des rainures de meulage peuvent être visibles</li> <li>• Le meulage à la bande fait partie des procédés de meulage</li> </ul>
<b>E2</b>	Brossage uniquement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le brossage mécanique donne une surface brillante uniforme avec des marques visibles de brosse</li> <li>• Les défauts de surface ne sont que partiellement éliminés</li> </ul>
<b>E3</b>	Polissage uniquement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le polissage mécanique donne une surface polie luisante, mais les défauts de surface ne sont que partiellement éliminés</li> <li>• Le polissage peut être suivi d'un lustrage pour augmenter la spécularité</li> </ul>
<b>E4</b>	Meulage et brossage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le meulage et le brossage donnent une surface brillante uniforme, exempte de défauts mécaniques</li> <li>• Les effets de corrosion, qui peuvent apparaître suite au traitement E0 ou E6, sont éliminés</li> </ul>
<b>E5</b>	Meulage et polissage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le meulage et le polissage donnent un aspect lisse et luisant, sans défaut mécanique de surface</li> <li>• Les effets de corrosion, qui peuvent apparaître suite au traitement E0 ou E6, sont éliminés</li> </ul>
<b>E6</b>	Attaque chimique (satinage)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Après le dégraissage, la surface est dotée d'une finition satinée ou mate par traitement dans des solutions alcalines spéciales</li> <li>• Les défauts mécaniques de surface sont atténués par lissage, mais ne sont pas totalement éliminés</li> <li>• Tout effet de corrosion sur la surface métallique peut devenir visible suite à ce traitement</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un traitement mécanique avant le traitement E6 peut éliminer ces défauts, mais il est préférable de manipuler et de stocker correctement le métal afin d'éviter la corrosion</li> <li>• Généralement suivi d'une neutralisation acide, plus communément appelé « blanchiment ».</li> </ul>
<b>E7</b>	Brillantage chimique ou électrochimique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Après avoir été soumise à l'action d'un dégraissant non agressif, la surface est dotée d'une finition très brillante par traitement au moyen de procédés chimiques ou électrochimiques de brillantage</li> <li>• Effet poli miroir</li> <li>• Les défauts de surface ne sont éliminés que dans une certaine mesure et les effets de corrosion peuvent devenir visibles</li> <li>• Généralement suivi d'une neutralisation acide, plus communément appelé « blanchiment ».</li> </ul>
<b>E8</b>	Meulage, polissage et brillantage chimique ou électrochimique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meulage et polissage suivis d'un brillantage chimique ou électrochimique</li> <li>• On obtient un aspect très brillant et très lisse et les défauts mécaniques de surface et la corrosion superficielle sont normalement éliminés</li> <li>• Effet poli miroir</li> <li>• Généralement suivi d'une neutralisation acide, plus communément appelé « blanchiment ».</li> </ul>
<b>E9</b>	Grenailage et brillantage chimique ou électrochimique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le grenailage suivi d'un brillantage chimique ou électrochimique donne un aspect mat, un peu terne</li> <li>• La surface est lisse et brillante</li> <li>• Les défauts de surface présents sont en grande partie éliminés</li> <li>• Généralement suivi d'un décapage acide</li> </ul>
<b>E10</b>	Grenailage et satinage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le grenailage suivi d'un satinage donne un aspect satiné ou mat</li> <li>• Les défauts de surface présents sont en grande partie éliminés</li> <li>• Généralement suivi d'une neutralisation acide, plus communément appelé « blanchiment ».</li> </ul>

### 11.6.2.2 Procédés mécaniques

Il existe toute une gamme de procédés mécaniques de préparation de surface destinés à modifier la topographie et l'aspect de la surface des profilés. Le meulage et/ou le polissage permettent d'éliminer les lignes de filage, les pick-ups, les rayures, les grains ou autres défauts superficiels, et produisent une finition lisse ou lustrée. Le lustrage (après polissage) augmente la réflectivité spéculaire. Le grenailage avec un média fin est utilisé pour obtenir une finition propre et mate. D'autres méthodes existent comme le brossage, le martelage et le brunissage à effets.

À l'origine, le meulage était effectué avec des meules en carborundum à liant résine, généralement sans lubrifiant. Cependant, les particules de métal molles pouvant obstruer les pierres de meulage, les particules abrasives grossières (émeri, oxyde d'aluminium ou carborundum) sur bande mobile ou disque rotatif sont actuellement favorisées.

Lorsque l'objectif est de permettre à l'anodisation de produire une couche anodique parfaitement transparente, le polissage mécanique peut être suivi d'un brillantage chimique ou électrochimique, qui élimine tous les contaminants de surface.

### 11.6.2.3 Dégraissage

Toute une gamme de contaminants organiques et inorganiques peuvent apparaître sur les surfaces en aluminium, notamment les contaminants suivants.

Organique	Inorganique
Lubrifiants de formage Huiles et graisses de protection Agents à polir Graisses liées à la manipulation, ex. : traces de doigts Revêtements organiques défectueux	Oxydes et hydroxydes Calamines Pick-ups Poteyage Poussière et saleté Copeaux Fines d'aluminium Flux de soudage ou de brasage Revêtements inorganiques défectueux

Pour éliminer les contaminants organiques, le dégraissage était traditionnellement effectué à l'aide de solvants organiques, mais cette pratique a diminué pour des raisons environnementales. Des solutions alcalines ou acides étaient utilisées pour éliminer les contaminants inorganiques.

Un dégraissage inadapté peut laisser des taches d'huile non uniformes sur la surface, conduisant à un décapage hétérogène lors de l'étape suivante du processus. Le temps effectif de satinage varie sur l'ensemble de la surface car toute huile résiduelle doit être éliminée avant de pouvoir attaquer l'aluminium sous-jacent.

Une surface en aluminium extrudé peut également présenter des zones étendues d'hydroxyde d'aluminium, d'oxyde ou d'hydroxyde de magnésium et d'autres calamines, dont la répartition sur la surface peut être non uniforme. La surface fraîche d'un profilé sortant de la filière d'extrusion est exposée à une température élevée pendant quelques secondes avant d'être refroidie, créant un mince oxyde amorphe d'une épaisseur inférieure à 5-10 nm. Pourtant, l'oxyde de surface réel peut contenir des particules locales d'une taille supérieure à 100 nm et il est prouvé que la surface de l'oxyde s'enrichit en magnésium. Le magnésium se diffuse sous la surface pour former de l'oxyde ou de l'hydroxyde, probablement après la sortie de la filière ou pendant le cycle de vieillissement. Si l'oxyde enrichi en magnésium n'est pas éliminé au cours du processus de dégraissage, cela génère des répercussions négatives lors du satinage. L'oxyde de magnésium étant essentiellement insoluble dans la solution alcaline, l'attaque de certaines zones de l'aluminium est retardée.

De nos jours, l'industrie de l'extrusion de l'aluminium utilise principalement des solutions aqueuses pour le dégraissage et le nettoyage. En plus de l'élimination des substances organiques, les formulations de dégraissage doivent être capables de dissoudre tous les contaminants inorganiques et de les remplacer par un film d'oxyde homogène et régulier.

Le dégraissage alcalin est le procédé le plus courant dans l'industrie de l'extrusion. Il utilise des solutions à base de mélanges d'hydroxyde de sodium, de phosphate trisodique ou de carbonate de sodium. L'hydroxyde de sodium saponifie les graisses et les lubrifiants mais dissout également l'oxyde/hydroxyde d'aluminium et l'aluminium, ce qui signifie que l'attaque peut commencer dans la solution de dégraissage. Si des quantités variables de contaminants résistants sont présentes, des problèmes d'attaque différentielle peuvent se poser. L'attaque différentielle peut entraîner des variations inacceptables de l'aspect du produit.

Les dégraissants alcalins inhibés éliminent les graisses, etc. avec peu ou pas d'attaque. Les inhibiteurs courants, qui réduisent l'attaque de l'aluminium, comprennent les phosphates, les fluorures et les composés organiques. Ils réagissent avec l'aluminium pour produire un film protecteur. L'inhibition n'est pas totalement efficace dans les solutions d'hydroxyde de sodium, mais l'attaque de l'aluminium peut être presque entièrement inhibée dans les solutions alcalines de phosphate trisodique ou de carbonate de sodium. Plus important encore, ces solutions laissent le temps à l'oxyde de magnésium superficiel de se dissoudre.

Les solutions de dégraissage peuvent également contenir des tensioactifs, de sorte que la solution mouille rapidement et uniformément la surface.

Le dégraissage à l'acide n'est pas une option habituelle pour une ligne d'anodisation. En cas d'utilisation, un rinçage est alors nécessaire avant une attaque alcaline. Les acides dissolvent bien les contaminants inorganiques tels que les oxydes volumineux, mais ils sont relativement inefficaces pour éliminer les graisses et les huiles (pas de saponification). L'acide nitrique dissout les oxydes de surface, attaque très lentement l'aluminium, mais peut se dégrader en dioxyde d'azote qui contribue aux NO<sub>x</sub>. L'acide d'anodisation usé peut également être utilisé. Le dégraissage électrolytique des produits laminés dans des solutions d'acide sulfurique ou phosphorique.

D'autres technologies comprennent l'effet couronne, les jets de plasma atmosphérique à haute énergie et le dégraissage par ultrasons.

#### 11.6.2.4 Satinage

Pour assurer un excellent niveau de répétabilité et d'uniformité, il est essentiel de bien contrôler le procédé de satinage. L'anodiseur doit suivre à la lettre les instructions de son fournisseur de produits chimiques et, le cas échéant, de son fournisseur de demi-produits. En l'absence d'instructions précises, l'anodiseur prendra les mesures suivantes.

Afin d'obtenir une production homogène lors de l'utilisation d'un satinage à base d'hydroxyde de sodium libre, il est nécessaire d'exercer un contrôle extrêmement vigilant des concentrations d'hydroxyde de sodium libre, d'aluminium et de tout séquestrant, ainsi que de la température de la solution. La composition de la solution peut être contrôlée efficacement en utilisant un cristalliseur pour régénérer continuellement la solution ou en utilisant une solution de satinage "longue durée" pour assurer l'équilibre des masses de matériau entrant et sortant de la solution.

Si au cours du processus de satinage l'aluminium perd de la masse à vitesse constante, la brillance diminue à un rythme décroissant. Au bout d'un certain temps, qui dépend des conditions de satinage, un niveau de brillance à peu près constant est atteint. Les anodiseurs doivent identifier ce régime qui correspond à leurs propres conditions de satinage et fixer le temps de traitement en conséquence. Cela rend le procédé beaucoup plus contrôlable et réduit les inégalités de production qui pourraient résulter d'une mauvaise reproductibilité du temps de satinage, d'un temps de drainage excessif suite au retrait de la charge et d'un rinçage excessif à des valeurs de pH relativement élevées.

#### 11.6.2.5 Décapage / neutralisation

Après le brillantage ou le satinage alcalin et avant l'anodisation, il peut être nécessaire de décaper la surface. Les résidus sont composés d'un mélange d'oxydes et de particules intermétalliques qui sont insolubles dans la solution. Les résidus qui subsistent à la surface après une attaque alcaline apparaissent généralement gris. Mais les ajouts de cuivre dans l'alliage forment des dépôts plus foncés qui peuvent paraître noirs sur les alliages de la série 2xxx.

Le brillantage dans des solutions contenant du cuivre laisse une couche visible de cuivre métallique sur la surface de l'aluminium. Toutefois, cette couche s'élimine facilement.

Le décapage est utilisé aux fins suivantes.

- Éliminer les composés intermétalliques de la surface non dissous par le satinage.
- Neutraliser la surface pour préparation à l'anodisation
- Produire un film d'oxyde mince et uniforme de protection contre la corrosion.

Diverses solutions peuvent être utilisées pour le décapage. L'acide sulfurique est préférable en raison de sa compatibilité avec la solution d'anodisation. Une solution d'anodisation usée peut être utilisée mais elle n'est efficace que sur les dépôts peu importants, par exemple sur l'AA 6063. Un adjuvant tel que le persulfate de sodium peut être nécessaire pour oxyder la surface et éviter la corrosion. L'acide nitrique était utilisé par la plupart des anodiseurs. Il n'attaque l'aluminium que très lentement mais il peut se dégrader en dioxyde d'azote qui contribue aux NO<sub>x</sub>. Il est efficace pour éliminer le cuivre en surface après le brillantage ou à sur l'AA 2024. Les solutions de décapage à base d'acide fluorhydrique éliminent les résidus sur les alliages à haute teneur en silicium.

### 11.6.3 Anodisation architecturale et décorative

#### 11.6.3.1 Procédés éprouvés

Les procédés d'anodisation éprouvés sont les suivants.

- Anodisation à l'acide sulfurique
- Anodisation à l'acide sulfurique-oxalique

Des recommandations sur la mise en œuvre de ces procédés figurent ci-dessous. Toutefois, les caractéristiques et les performances de l'aluminium anodisé peuvent dépendre d'un ensemble de conditions. Par conséquent, des modalités différentes peuvent aboutir à des résultats acceptables selon la configuration.

#### 11.6.3.2 Électrolytes d'acide sulfurique

La concentration en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> libre ne doit pas excéder 200 g/l, avec une tolérance de 10 g/l par rapport à la valeur choisie.

La teneur en aluminium ne doit pas dépasser 20 g/l tout en se situant de préférence dans l'intervalle 5 - 15 g/l.

La teneur en chlorure ne doit pas dépasser 100 mg/l.

La concentration en acide n'est importante que pour les températures d'anodisation élevées. Des concentrations en acide élevées abaissent la tension d'anodisation requise (environ 0,04 V/g/l H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), mais davantage de solution est entraînée et la consommation d'acide est, par conséquent, plus élevée. Une teneur très basse en Al augmente la sensibilité de la couche anodique à des températures du bain élevées. Une augmentation de la teneur en Al élève la tension requise pour l'anodisation (0,2 V/g/l Al). Du chlorure dans l'électrolyte peut causer des piqûres de corrosion pendant l'anodisation et a des conséquences néfastes sur la tenue dans le temps.

#### 11.6.3.3 Électrolytes d'acide sulfurique - acide oxalique

La concentration en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> libre ne doit pas excéder 200 g/l, avec une tolérance de 10 g/l par rapport à la valeur choisie.

La concentration d'acide oxalique doit être d'au moins 7 g/l. Une teneur en acide oxalique de 5 g/l ne suffit pas et, en augmentant la teneur, on améliore la qualité de la couche anodique. Au-delà de 15 g/l, il n'y a plus d'avantage mais les coûts augmentent.

La teneur en aluminium ne doit pas dépasser 20 g/l tout en se situant de préférence dans l'intervalle 5 - 15 g/l.

#### **11.6.3.4 Température du bain d'acide sulfurique**

Régulation à 1,5 °C de la température choisie, indépendamment du volume de la charge. Les températures mesurées dans le bain à proximité des pièces ne doivent pas varier de plus de 2 °C et se trouver dans la fourchette des valeurs indiquées.

Classes d'épaisseur et température effective du bain :

- AA 5 et AA 10 ; 21 °C maximum
- AA 15, AA 20 et AA 25 ; 20 °C maximum

Ces températures représentent la limite supérieure de température à tout moment et à tout endroit de l'électrolyte durant le traitement. La température de l'électrolyte d'anodisation est le facteur le plus important concernant la qualité du film anodique. Les températures excessives résultant d'un contrôle insuffisant, d'une agitation ou d'un accrochage défectueux sont à la source de la plupart des problèmes de qualité de l'anodisation.

#### **11.6.3.5 Température du bain d'acide sulfurique - acide oxalique**

Régulation à 1,5 °C de la température choisie, indépendamment du volume de la charge. Les températures mesurées dans le bain à proximité des pièces ne doivent pas varier de plus de 2 °C et se trouver dans la fourchette des valeurs indiquées.

Pour toutes les classes d'épaisseur, la température effective ne doit pas dépasser 24 °C.

Cette température représente la limite supérieure de température à tout moment et à tout endroit de l'électrolyte pendant le traitement.

#### **11.6.3.6 Densité du courant**

Pour l'anodisation sulfurique, la densité du courant moyen doit être :

- 1,2 – 2,0 A/dm<sup>2</sup> pour AA 5, AA 10
- 1,4 – 2,0 A/dm<sup>2</sup> pour AA 15
- 1,5 – 2,0 A/dm<sup>2</sup> pour AA 20
- 1,5 – 3,0 A/dm<sup>2</sup> pour AA 25

L'utilisation de basses densités de courant pour produire des couches épaisses (AA 20 et AA 25) comporte des risques pour la qualité. Des densités de courant élevées requièrent de bons contacts et une bonne agitation, mais sont moins susceptibles de créer des problèmes de qualité.

La classe AA 25 nécessite un traitement particulier. Lors d'une coloration par procédé électrolytique visant à produire du bronze très foncé ou du noir, le temps d'anodisation doit être inférieur à 50 minutes, à moins que des mesures particulières soient prises pour contrôler la température du bain à la surface de travail. L'épaisseur de couche anodique maximale doit être inférieure à 35 µm.

#### **11.6.3.7 Électrodes d'anodisation (cathodes)**

Le ratio cathode sur anode (surface de travail) recommandé est dans l'intervalle 1:1,5 à 1:2,5. Les cathodes en aluminium sont recommandées. Pour les cathodes latérales, seul un côté de la tôle est à prendre en compte. Pour les cathodes centrales, les deux côtés sont à prendre en compte. Lorsque le ratio cathode/anode est élevé, l'utilisation de bacs en plomb sans protection peut causer des problèmes de distribution d'épaisseur. Les électrodes en

aluminium demandent la tension la plus basse. La distance cathode-anode recommandée ne doit pas être inférieure à 150 mm.

#### **11.6.3.8 Transfert de la charge après anodisation**

Quand le cycle d'anodisation est terminé, la charge doit être transférée de l'électrolyte au rinçage aussi rapidement que possible. Ne jamais laisser une charge dans le bain d'anodisation sans courant. Il s'agit d'un autre facteur pouvant provoquer l'attaque de la couche anodique et la détérioration de la qualité, particulièrement à la surface de la couche.

### **11.6.4 Coloration**

#### **11.6.4.1 Procédés éprouvés**

Les procédés de coloration de l'aluminium anodisé éprouvés sont les suivants.

- Utilisation d'une solution de colorant organique
- Utilisation d'une solution d'oxalate d'ammonium ferrique ou d'une solution chimiquement similaire
- Coloration par procédé électrolytique à l'aide d'une solution à base de sels d'étain, de nickel ou de cobalt.

L'anodisation colorée intégrale de l'aluminium nécessite des alliages spéciaux et un électrolyte à base d'acide organique qui produit une finition colorée au cours du processus d'anodisation. Ces alliages peuvent être utilisés pour l'anodisation à base d'acide sulfurique.

### **11.6.5 Colmatage pour anodisation architecturale**

#### **11.6.5.1 Procédés éprouvés**

Les procédés éprouvés de colmatage sont les suivants.

- Colmatage hydrothermique avec ou sans agent anti-dépôt
- Pré-colmatage avant colmatage hydrothermique ou à la vapeur
- Colmatage à la vapeur
- Colmatage à froid en deux étapes à base solution de fluorure de nickel

Des recommandations sur la mise en œuvre de ces procédés figurent ci-dessous. Toutefois, les caractéristiques et les performances de l'aluminium anodisé peuvent dépendre d'un ensemble de conditions. Par conséquent, des modalités différentes peuvent aboutir à des résultats acceptables selon la configuration.

#### **11.6.5.2 Colmatage hydrothermique**

La norme ISO 7583 définit le colmatage hydrothermique comme un colmatage à la vapeur à une température au moins égale à la température de la vapeur d'eau saturée ou colmatage dans une solution aqueuse à une température au moins égale à 95 °C.

Le colmatage hydrothermique doit être effectué dans de l'eau désionisée à un pH de 5,8 à 6,2. 0,1 à 1,0 % d'acétate d'ammonium peut être utilisé comme tampon.

Les phosphates, fluorures et silicates sont de puissantes entraves au processus de colmatage.

Il convient d'être particulièrement vigilant en cas d'ajout d'adjuvants aux bains de colmatage (pour éviter la formation de dépôts par exemple) et d'accorder la plus grande attention à la méthode d'essai d'arbitrage, aux résultats de la perte de masse et, le cas échéant, à l'essai à la goutte de colorant.

La durée nécessaire à l'obtention d'un bon colmatage doit être d'au moins 2 minutes par micromètre d'épaisseur de couche anodique, sauf en cas de pré-colmatage tel qu'une solution de triéthanolamine.

Pour le colmatage à la vapeur, la température minimale doit être la température de la vapeur d'eau saturée.

#### **11.6.5.3 Colmatage à froid en deux étapes à base de solution de fluorure de nickel**

La norme ISO 7583 définit le colmatage à froid comme un procédé de colmatage réalisé en utilisant une solution aqueuse à une température ne dépassant pas 35 °C.

Cette section a pour objet de fournir des prescriptions concernant le traitement de colmatage à froid en deux étapes à base de solution de fluorure de nickel (remarques 1, 2 et 3). Elle tient compte des connaissances accumulées au fil des années d'application de ce type de procédé et en définit les principaux paramètres. Le procédé est réparti en deux étapes : une première étape où la couche anodique est colmatée et une seconde étape où la couche anodique est hydratée.

#### **Conditions d'anodisation**

Comme pour tout procédé de colmatage, il est essentiel que la couche anodique soit de bonne qualité. À cet égard, se référer aux conditions décrites dans la présente section.

*Remarque 1. Les procédés de colmatage à froid reposent sur l'utilisation de produits chimiques qui pénètrent dans les pores de la couche anodique, déclenchant ainsi une réaction chimique. Un procédé ne peut donc pas être défini par la seule température mais dépend également des produits chimiques mis en œuvre, ainsi que d'autres facteurs opératoires. Ces recommandations concernent uniquement le procédé de colmatage à froid à base de fluorure de nickel.*

*Remarque 2. Le produit à disposition sur le marché peut être un « mélange » de sels de nickel et fluorures ou sels fluorés, où le fluorure de nickel ne représente qu'une faible partie de la quantité totale.*

*Remarque 3. La consommation de fluorure étant légèrement plus élevée que celle de la quantité stœchiométrique de nickel, certains produits du marché peuvent contenir un léger excédent de fluorures.*

#### **Première étape du procédé de colmatage**

- 1) Concentration du produit : teneur en ions de nickel  $1,5 \pm 0,3$  g/l ; niveau d'ions de fluorure libres dans l'intervalle 0,3 - 1,0 g/l
- 2) Température du bain : 25 à 30 °C
- 3) pH : 5,8 - 7,0 (de préférence  $6,5 \pm 0,2$ )
- 4) Durée du colmatage :  $1,0 \pm 0,2$  min/ $\mu\text{m}$  de couche anodique
- 5) Ions de phosphate inférieurs à 5 mg/l

Le rinçage qui suit la première étape du procédé de colmatage à froid est essentiel et il incombe au fournisseur d'en fixer les conditions.

*Remarque 4. Un excès de fluorures, surtout en présence d'un faible pH, dégrade rapidement la solution et provoque l'attaque chimique de la surface d'oxyde. Cette attaque est particulièrement visible, surtout sur les pièces polies et brillantes.*

*Remarque 5. Un excès d'ions différents du nickel et du fluorure peut entraîner une diminution d'activité de la solution ; dans ce cas, la filtration peut aider à résoudre le problème.*

## Exigences supplémentaires

Les teneurs en composants actifs contenus dans les produits chimiques et, dans le cas des poudres, celles des matières insolubles renfermées devront être indiquées à l'installation d'anodisation par le fournisseur.

La qualité de l'eau pour la préparation du bain doit être vérifiée avant son utilisation ; l'usage de l'eau déminéralisée est conseillé pour préparer le bain.

Les paramètres opératoires du colmatage à froid ont une importance primordiale et, comme indiqué ci-après, ils doivent être étroitement contrôlés afin de garantir des résultats satisfaisants. Il faut également savoir que ces paramètres sont interdépendants. Par exemple, une forte concentration d'ions de fluorure exige une température basse et/ou des temps de colmatage très courts ainsi qu'un pH élevé.

## Concentration du bain

Les principaux composants du bain sont le nickel et le fluorure. Une quantité excessive de fluorure libre dans le bain peut endommager la couche anodique.

Dans certains cas, on pourra remplacer jusqu'à 5 à 10 % du nickel par du cobalt afin de minimiser la coloration verte des couches incolores.

Après analyses, la rectification doit être faite avec soin, le bain ne devant pas être utilisé avant que les adjuvants ne se soient entièrement dispersés.

Parfois, le fluorure de nickel peut contenir des substances insolubles. Il peut donc être utile d'effectuer les adjonctions dans un récipient de mixage à part. En outre, le fluorure se consomme plus rapidement que le nickel et l'addition de fluorure d'ammonium ou de potassium sera nécessaire pour maintenir l'équilibre requis.

Les méthodes d'analyse pour le contrôle du bain doivent être indiquées par le producteur. En général, on utilise la méthode EDTA pour le nickel et une méthode potentiométrique avec une électrode sensible aux ions pour le fluorure libre.

*Remarque 6. Il est préférable d'éviter l'utilisation d'acide fluorhydrique ou de sels fluorés trop acides, capables de créer le déséquilibre du pH de la solution. D'importantes variations de pH sont toujours néfastes à la qualité finale.*

## Température du bain

La température du bain doit être maintenue à l'aide d'un dispositif de contrôle thermostatique.

Ce paramètre exerce une grande influence sur la dynamique des procédés. Une température trop élevée, notamment en cas de forte concentration de fluorure libre, conduit à une attaque globale du film anodique et produit une surface poudreuse.

## Valeur du pH

Le pH de la solution doit être maintenu de préférence à  $6,5 \pm 0,2$ . En général, plus la valeur du pH est élevée, plus le résultat est satisfaisant. Toutefois, il est impossible de dépasser 7,0 sans déclencher la précipitation d'hydroxyde de nickel. Le pH exerce une influence sur la quantité de nickel précipité dans les pores, et au-dessous de 5,8 le dépôt de nickel serait trop minime et une attaque chimique de la couche anodique pourrait être provoquée par le fluorure.

*Remarque 7. La mesure du pH doit être effectuée avec précaution, car le fluorure contenu dans la solution peut attaquer les électrodes du pH-mètre ou endommager la membrane de verre. Il est donc recommandé de contrôler régulièrement les électrodes du pH-mètre.*

## Rinçage

Le rinçage doit être minutieux afin de minimiser la présence d'ions de fluorure lors de la seconde étape.

### Seconde étape du procédé de colmatage

Pour terminer le processus de colmatage à froid, un temps d'exposition à un taux d'humidité très élevé est nécessaire. Cependant, ce temps peut être diminué si l'on immerge les pièces colmatées à froid dans un bain d'eau très chaude, d'au moins 60 °C (de préférence 70 °C).

Un tel traitement facilite la manipulation et le contrôle des pièces, et doit être considéré comme une partie essentielle du procédé.

Un rinçage complet entre le colmatage à froid et le traitement à l'eau chaude est indispensable car les ions de fluorure peuvent empêcher le processus d'hydratation.

Lorsqu'elles sont exposées à la chaleur et à la sécheresse, les couches anodiques colmatées à froid ont plus tendance à se craqueler que celles colmatées de manière conventionnelle. Cet effet est considérablement atténué par le traitement ultérieur à l'eau chaude.

*8. Sans être impératif, il peut être intéressant d'utiliser de l'eau de ville dure lors du rinçage avant la seconde étape car elle provoque la précipitation du fluorure.*

### Contrôle de la qualité

Après avoir été traitées selon les deux étapes du procédé de colmatage à froid décrites, les pièces peuvent être contrôlées de la même manière que des pièces ayant subi un colmatage conventionnel.

Les essais qui conviennent le mieux sont l'essai à la goutte de colorant selon la norme ISO 2143 et l'essai de perte de masse selon la norme ISO 3210.

## 11.7 Nettoyage et entretien

### 11.7.1 Dispositions générales

Un programme simple d'entretien périodique, basé sur une appréciation de l'atmosphère locale, est susceptible de conférer aux éléments de construction anodisés une longévité maximale pour un coût raisonnable.

Les documents suivants fournissent des informations supplémentaires.

- "Cleaning of aluminium in the building industry", GDA (Gesamtverband der Aluminiumindustrie e.V.), Düsseldorf, 2006.
- BS 3987, "Specification for anodic oxidation coatings on wrought aluminium for external architectural applications", BSI (British Standards Institute), London, 1991.
- "Konservierung und Versiegelung eloxierter oder organisch beschichteter Metalloberflächen im Fassadenbereich", Merkblatt 06, GRM (Gütegemeinschaft Reinigung von Fassaden e.V.), Schwäbisch Gmünd, 2013.

Quelques recommandations sont présentées ci-après.

### 11.7.2 Application intérieure

Dans des conditions normales, pour le maintien en état de propreté des éléments intérieurs, il suffit de les essuyer régulièrement au moyen d'un chiffon propre. Les éléments intérieurs qui n'ont pas été nettoyés pendant un laps de temps prolongé peuvent être nettoyés avec de

l'eau savonneuse neutre, puis rincés à l'eau froide. Les éléments peuvent ensuite être lustrés à l'aide d'un chiffon doux et sec.

### 11.7.3 Application extérieure

En pratique, la fréquence de nettoyage pour les éléments extérieurs est déterminée par l'agressivité de l'atmosphère.

Dans les cas où l'on attache une importance particulière aux aspects décoratifs et protecteurs (marquises, entrées de maisons, devantures de magasins, etc.), le nettoyage doit avoir lieu une fois par semaine. Dans ce cas, il suffit de nettoyer à l'eau claire avec une peau de chamois et d'essuyer ensuite avec un chiffon doux.

Les menuiseries et revêtements de façade anodisés doivent être nettoyés régulièrement. La fréquence du nettoyage est déterminée par l'agressivité de l'environnement et le type de matériaux de la façade. On peut employer des produits synthétiques neutres en les appliquant avec un tissu, une éponge, une peau de chamois ou une brosse douce. Il convient ensuite de rincer à l'eau claire et d'essuyer avec précaution.

Pour enlever les salissures très adhérentes on peut se servir de produits de nettoyage abrasifs doux ou de fibres agglomérées recouvertes de poudre de polissage fine et neutre.

Si les éléments de construction subissent un traitement de conservation après le nettoyage, il faut veiller à ce que seul un film ultra mince et hydrofuge subsiste. Ce film ne doit pas jaunir, ni attirer la poussière et la saleté et ne provoquer aucun effet d'irisation. Les cires, la vaseline, la lanoline et les substances analogues ne conviennent pas.

Les détergents combinés doivent satisfaire aux mêmes exigences.

L'utilisation de soude, de produits basiques ou acides, ainsi que les objets abrasifs, la paille de fer, les brosses métalliques, etc. sont à proscrire.

## 12 Annexe – Anodisation architecturale

### 12.1 Introduction

Les chapitres 2 à 9 concernent des dispositions générales qui s'appliquent indépendamment du type d'anodisation. Ce qui suit est particulièrement important :

- Chapitre 6. Licence des anodiseurs.
- Chapitre 7. Règlement d'utilisation du label de qualité.
- Chapitre 8. Inspections.
- Chapitre 9. Méthodes de contrôle de la production.

### 12.2 Domaine d'application

Cette section précise les exigences concernant l'anodisation et les produits dont l'aspect et la protection sont importants.

La norme ISO 7583 définit l'anodisation architecturale comme « anodisation visant à produire une finition architecturale destinée à être utilisée en situation fixe, permanente et en extérieur, où la durée de vie et l'aspect sont importants. ».

Les spécifications de cette section peuvent être appliquées à l'anodisation et aux produits utilisés pour d'autres applications extérieures dont l'aspect et la durée de vie sont importants, par exemple pour l'industrie automobile.

### 12.3 Label de qualité

L'utilisation du label de qualité doit être conforme aux exigences du chapitre 7.

### 12.4 Accords clients

#### 12.4.1 Informations à fournir par le client

Les informations suivantes doivent être fournies par le client à l'anodiseur, si nécessaire en collaboration avec le fournisseur d'aluminium et/ou l'anodiseur :

- l'usage prévu de la(des) pièce(s) à anodiser
- la spécification de l'aluminium à anodiser (alliage et trempe)
- une indication de la(des) surface(s) significative(s) de la pièce à anodiser
- le plan d'échantillonnage pour les essais d'acceptation (voir 9.1).
- la classe d'épaisseur de couche anodique requise, sauf indication contraire (voir 12.4.4)
- la position préférentielle et la taille maximale des marques de contact
- la préparation de la surface à utiliser sur l'aluminium avant l'anodisation et les limites de variation de l'état de surface final
- la couleur de la(des) pièce(s) anodisée(s) et les limites maximales de la variation de couleur
- la méthode de colmatage à utiliser

#### 12.4.2 L'aluminium à anodiser

Les recommandations concernant le choix de l'alliage sont exposées dans le chapitre 11.

#### 12.4.3 Surfaces significatives

Les surfaces significatives sont indiquées de préférence par des dessins ou par des échantillons marqués de façon appropriée ; dans certains cas, il peut y avoir des exigences différentes de finition sur diverses parties de la(des) surface(s) significative(s).

#### 12.4.4 Classes d'épaisseur

Les couches anodiques sont classées en fonction des valeurs minimales admissibles de l'épaisseur moyenne et de l'épaisseur locale. Les classes d'épaisseur sont désignées par les lettres « AA » suivies de la classe d'épaisseur. Les classes d'épaisseurs types sont présentées dans le tableau 12-1. D'autres classes d'épaisseur sont autorisées, ex : AA 18, et sont définies de la même façon. Des informations sur le choix de la classe d'épaisseur sont présentées au chapitre 11.

Lorsque la destination du produit fini est connue, la classe d'épaisseur doit être conforme à la norme nationale correspondante.

**Tableau 12-1. Classes d'épaisseurs types**

Classe	Épaisseur moyenne minimale ( $\mu\text{m}$ )	Épaisseur locale minimale ( $\mu\text{m}$ )
AA10	10	8
AA15	15	12
AA20	20	16
AA25	25	20

#### 12.4.5 Tolérances dimensionnelles finales

Non applicable.

#### 12.4.6 Préparation de la surface

La préparation de la surface est définie de préférence par des échantillons de référence approuvés par les deux parties.

#### 12.4.7 Couleur

La variation de couleur acceptable est définie de préférence par des échantillons de référence approuvés par les deux parties. Les échantillons peuvent représenter les limites maximales du sombre et du clair.

### 12.5 Réclamations

Les clients doivent adresser par écrit leurs réclamations aux anodiseurs. L'anodiseur doit tenir un registre des réclamations qui mentionne les mesures prises pour leur traitement.

### 12.6 Laboratoire et équipement de contrôle

#### 12.6.1 Laboratoire

Le laboratoire doit être situé dans une pièce dédiée et séparée des autres dispositifs. Des conditions adaptées doivent être maintenues pour la réalisation des essais.

#### 12.6.2 Équipement de contrôle

##### 12.6.2.1 Dispositions générales

Les appareils doivent être conformes aux exigences des normes ISO se rapportant aux essais effectués. Ils doivent être en état de marche et posséder une fiche de suivi indiquant leur numéro d'identification et les contrôles d'étalonnage. Les modalités de fonctionnalité sont indiquées dans les sections 9.2, 9.3 et 9.14.

### 12.6.2.2 Équipement pour le contrôle de la production

Pour mesurer l'épaisseur, l'anodiseur doit avoir au moins deux appareils à courants de Foucault ou un appareil à courants de Foucault et un microscope à coupe optique (9.2).

Il doit disposer de l'équipement suivant pour effectuer l'essai de perte de masse (9.3.1) :

- balance analytique (précision 0,1 mg)
- étuve
- dessiccateur
- appareil de chauffage
- agitateurs
- produits chimiques

Si l'anodiseur pratique l'essai à la goutte de colorant, il doit disposer des solutions nécessaires pour effectuer cet essai (9.3.3).

Si l'anodiseur pratique l'essai d'admittance, il doit avoir au moins un appareil pour mesurer l'admittance et un appareil d'étalonnage pour vérifier la précision de l'appareil (9.3.4).

Si l'anodiseur pratique l'essai d'abrasion de surface, il doit disposer de papier de verre validé (9.6.1).

Si l'anodiseur ne dispose pas en interne de certains appareils nécessaires aux contrôles de la production requis par le client ou décrits dans la section 12.7, il doit pouvoir y avoir accès. Tout organisme mandaté pour effectuer un essai doit satisfaire aux exigences applicables de l'ISO/IEC 17025.

### 12.6.2.3 Équipement pour le contrôle des bains

L'anodiseur doit être équipé d'un pH-mètre et de deux solutions tampons.

## 12.7 Contrôles de la production effectués par l'anodiseur

Comme indiqué ci-après, certains essais ne s'appliquent pas à l'anodisation architecturale.

### 12.7.1 Essais obligatoires

En fonction des produits fabriqués, l'anodiseur doit contrôler la qualité de sa production par les essais suivants (détails ci-après) :

- Épaisseur de la couche anodique
- Essai de perte de masse
- Essai à la goutte de colorant et/ou essai d'admittance
- Évaluation des défauts visibles, de l'état de surface et, le cas échéant, de la couleur
- Résistance à l'abrasion de surface

De plus, l'aluminium anodisé coloré doit avoir une solidité à la lumière acceptable : les critères de conformité sont indiqués ci-dessous.

Il existe plusieurs possibilités pour prélever les éprouvettes. L'anodiseur doit retenir une des options listées ci-dessous, rangées de 1 à 3 par ordre à privilégier. Les circonstances qui pourraient amener l'anodiseur à adopter l'option 2 ou 3 comprennent celles où : i) il n'est pas possible de prélever des éprouvettes du lot de production en raison de la forme, de la taille ou de l'encombrement du produit ; ii) plusieurs lots d'alliages différents sont traités ensemble ; iii) le lot ne comprend qu'une pièce.

1) Les éprouvettes doivent être prélevées sur le lot de production.

2) Les éprouvettes d'essai doivent être du même alliage que les pièces de production et traitées en même temps qu'elles.

3) Les éprouvettes d'essai peuvent être d'un alliage différent de celui des pièces de production mais elles doivent être traitées en même temps qu'elles. L'alliage doit contenir au moins 97 % d'aluminium. Si l'anodiseur adopte fréquemment cette option, il lui est recommandé de toujours utiliser le même alliage afin de pouvoir établir des enregistrements cohérents.

La pratique adoptée doit être consignée dans le registre des contrôles de la production.

L'anodiseur doit répondre aux exigences des normes définissant les essais qu'il pratique. Les normes internationales concernées sont identifiées dans le chapitre 4.

### 12.7.2 Épaisseur

Les épaisseurs moyennes et locales des produits doivent être mesurées en utilisant la méthode indiquée dans la section 9.2. Ces épaisseurs ne doivent pas être inférieures aux valeurs minimales de leur classe d'épaisseur spécifiée.

Si le client le spécifie, la mesure de l'épaisseur doit faire l'objet d'un essai d'acceptation des lots. Le client doit indiquer le plan d'échantillonnage à utiliser ou préciser qu'aucun plan d'échantillonnage n'est requis.

En l'absence d'instructions du client sur l'échantillonnage, les mesures d'épaisseur de la couche anodique doivent être effectuées sur produits finis au moins une fois par barre d'anode. Il est recommandé de contrôler l'épaisseur de la couche anodique avant la coloration et le colmatage.

Les valeurs minimales et maximales des épaisseurs moyennes et locales doivent être enregistrées dans le registre des contrôles de la production.

### 12.7.3 Tolérances dimensionnelles

Non applicable.

### 12.7.4 Qualité du colmatage

#### 12.7.4.1 Essai de perte de masse

Les produits anodisés doivent être évalués par la méthode indiquée section 9.3.1. La perte de masse ne doit pas excéder 30 mg/dm<sup>2</sup>.

Cet essai constitue l'essai de référence pour évaluer la qualité du colmatage.

L'essai de perte de masse doit être effectué au moins :

- une fois par bain de colmatage par jour si la production d'anodisation colorée représente 100 % de la production totale de la semaine ;
- une fois par bain de colmatage tous les deux jours si la production d'anodisation colorée représente plus de 50 % et moins de 100 % de la production totale de la semaine ;
- une fois par bain de colmatage par semaine si la production d'anodisation colorée représente moins de 50 % de la production totale de la semaine ;
- une fois par ligne d'anodisation de bandes en continu en service par jour.

#### 12.7.4.2 Essai à la goutte de colorant

Les produits anodisés doivent être évalués par la méthode indiquée section 9.3.3. Le résultat ne doit pas excéder 2. Si l'intensité de la tâche est classée 2, il faut soit effectuer un essai de perte de masse, soit renouveler le colmatage.

Cette méthode convient au contrôle de la production.

L'essai à la goutte doit être effectué au moins une fois par bain de colmatage par équipe. Il doit toujours être réalisé sur la pièce dont la couche anodique est la plus épaisse. Pour éviter

d'endommager la pièce, l'essai à la goutte de colorant peut être effectué dans une zone de la pièce où les taches de colorant ne nuiront pas à son aspect.

Pour les lignes d'anodisation de bandes en continu, l'essai à la goutte doit être effectué au moins une fois par bobine.

#### 12.7.4.3 Essai d'admittance

Les produits anodisés doivent être évalués par la méthode indiquée section 9.3.4. La limite acceptable de l'admittance corrigée doit être 20  $\mu$ S. Si la valeur de l'admittance corrigée excède 20  $\mu$ S, soit un essai de perte de masse est effectué, soit le colmatage est renouvelé. La limite acceptable de l'admittance ne s'applique pas aux pièces colorées par procédé électrolytique en bronze moyen, bronze foncé et noir. Sur l'échelle CIE 1976  $L^*a^*b^*$ , ces dernières sont des finitions avec une valeur de  $L^*$  inférieure à environ 60.

Cette méthode convient au contrôle de la production.

L'essai d'admittance doit être effectué au moins une fois par bain de colmatage par équipe. Il n'est pas nécessaire d'effectuer des essais d'admittance sur les bandes anodisées en continu.

#### 12.7.5 Défauts visibles

Les pièces anodisées doivent être examinées visuellement, conformément à la section 9.4.1. La distance d'observation des pièces fait l'objet d'un accord entre les parties intéressées. En l'absence d'accord, les distances d'observation suivantes doivent s'appliquer :

- 3 m pour les applications extérieures où l'observateur peut s'approcher à moins de 5 m de la pièce anodisée
- 5 m pour les autres applications extérieures

Le métal reçu par l'anodiseur doit être d'une qualité suffisante pour que les surfaces significatives soient exemptes de défauts visibles, selon les exigences du client, après le traitement sur la ligne d'anodisation. En cas de doute ou de désaccord sur le fait que le traitement pourrait supprimer ou masquer suffisamment les défauts, les lignes de laminage ou de filage, un échantillon doit être traité sur la ligne d'anodisation afin de produire la finition convenue entre l'anodiseur et le client ; l'échantillon est ensuite évalué visuellement comme décrit ci-dessus.

#### 12.7.6 État de surface et couleur

L'état de surface et la couleur des pièces anodisées et des échantillons de référence doivent être évalués conformément à la section 9.4.2. La distance d'observation fait l'objet d'un accord entre les parties intéressées. En l'absence d'accord, les distances d'observation suivantes doivent s'appliquer :

- les distances décrites dans la section 12.7.5 pour la comparaison des pièces anodisées
- 1 m pour la comparaison entre les pièces anodisées et les échantillons de référence approuvés par les parties intéressées

En cas d'accord entre le client et l'anodiseur, les méthodes instrumentales peuvent être utilisées.

L'état de surface et la couleur des pièces anodisées doivent se situer dans les limites acceptables convenues entre l'anodiseur et le client.

Les échantillons de référence approuvés doivent être conservés dans un endroit sec et à l'abri de la lumière.

### 12.7.7 Propriétés de réflexion de la lumière

Sur demande du client, les propriétés de réflexion de la lumière doivent être évaluées conformément à la section 9.4.3. La fréquence de l'essai et les limites acceptables doivent faire l'objet d'un accord entre l'anodiseur et le client.

### 12.7.8 Résistance à la corrosion

Non applicable si l'épaisseur est indiquée.

### 12.7.9 Résistance à l'usure

Non applicable.

### 12.7.10 Résistance à l'abrasion de surface

La résistance à l'abrasion de surface des éprouvettes en aluminium anodisé d'une épaisseur moyenne de 20 µm ou plus doit être évaluée par une des méthodes spécifiées dans les sections 9.6.1 et 9.6.2. Après l'application de la méthode définie dans la section 9.6.1, le papier abrasif ne doit pas présenter de dépôt de poudre blanche important. Après l'application de la méthode définie dans la section 9.6.2, la couche anodique doit présenter un indice d'usure inférieur à 1,4.

En cas de désaccord, la méthode d'arbitrage spécifiée dans la section 9.6.2 doit être utilisée. Il s'agit d'un essai par comparaison qui nécessite l'utilisation d'un échantillon normalisé.

La méthode définie dans la section 9.6.1 est un essai de contrôle de la production. Elle ne doit être effectuée que par des opérateurs expérimentés de l'installation d'anodisation ; les résultats obtenus par d'autres personnes pourraient ne pas être valables.

Un essai de résistance à l'abrasion de surface doit être effectué au moins une fois par équipe sur les produits finis de chaque bain d'anodisation.

Il n'est pas nécessaire d'effectuer l'essai d'abrasion sur les bandes anodisées en continu. Sur demande du client, il doit être effectué au moins une fois par bobine anodisée.

### 12.7.11 Microdureté

Non applicable.

### 12.7.12 Résistance à la formation de criques par déformation

Sur demande du client, la résistance à la formation de criques par déformation des produits laminés anodisés doit être déterminée par la méthode spécifiée dans la section 9.8. La fréquence de l'essai et les limites acceptables doivent faire l'objet d'un accord entre l'anodiseur et le client.

Cet essai est pertinent pour les produits laminés qui sont déformés après l'anodisation.

### 12.7.13 Solidité à la lumière

L'aluminium anodisé coloré doit être coloré par une technique éprouvée et dont la solidité à la lumière est supérieure ou égale à l'indice 8 de l'échelle internationale « Blue Scale », comme défini par la méthode spécifiée dans la section 9.9.1.

Remarque : il a été démontré que l'aluminium anodisé coloré par procédé électrolytique est conforme à la norme de solidité à la lumière.

Sur demande du client, la résistance au rayonnement ultraviolet des couches anodiques doit être déterminée par la méthode spécifiée dans la section 9.9.2. La fréquence de l'essai et les limites acceptables doivent faire l'objet d'un accord entre l'anodiseur et le client.

#### 12.7.14 Résistance au craquellement thermique

Sur demande du client, la résistance au craquellement thermique des produits anodisés doit être évaluée par la méthode indiquée section 9.13. La fréquence de l'essai et les limites acceptables doivent faire l'objet d'un accord entre l'anodiseur et le client. En l'absence d'accord, aucune craquelure ne doit être visible sur les couches anodiques traitées à une température du métal inférieure à 80 °C ou à 70°C, en fonction du procédé de colmatage, de l'épaisseur de la couche anodique et de la couleur.

#### 12.7.15 Continuité de la couche anodique

Sur demande du client, la continuité de la couche anodique des bandes anodisées en continu doit être déterminée par la méthode spécifiée dans la section 9.11. Après l'essai, l'examen visuel ne doit pas révéler de taches noires et/ou rougeâtres foncées sur la surface.

L'essai de continuité doit être effectué une fois par ligne d'anodisation de bandes en continu en service par jour.

#### 12.7.16 Tension de claquage

Non applicable.

#### 12.7.17 Masse par unité de surface

Non applicable.

#### 12.7.18 Rugosité

Non applicable.

#### 12.7.19 Essais de simulation d'utilisation

La durée de vie des produits provenant de l'anodisation architecturale étant très longue, les essais de vieillissement naturel ne sont pas effectués de manière systématique.

### 12.8 Exigences concernant les procédés

#### 12.8.1 Prétraitement

L'anodiseur peut utiliser tout procédé qu'il estime approprié à l'obtention de la finition requise par le client. Ces procédés peuvent être mécaniques (grenailage, meulage, brossage, polissage, lustrage) ou chimiques (dégraissage, satinage, décapage, neutralisation).

#### 12.8.2 Anodisation

L'anodisation doit être réalisée avec des solutions à base d'acide sulfurique. À l'exception de l'acide oxalique, aucun adjuvant ne doit être utilisé dans les solutions d'anodisation sans l'accord préalable de Qualanod.

#### 12.8.3 Coloration

Les colorants et les procédés électrolytiques de coloration doivent être utilisés conformément aux instructions du fournisseur ou, en leur absence, aux instructions de travail de l'anodiseur.

Dans le cas des applications extérieures, le label de qualité ne doit pas être utilisé pour le procédé électrolytique de coloration noire obtenue à partir de sels de cuivre.

#### 12.8.4 Colmatage

Les procédés de colmatage autres qu'hydrothermique ou à froid en deux étapes à base de solution de fluorure de nickel ne doivent pas être utilisés sans l'accord préalable de Qualanod.

### 12.8.5 Colmatage hydrothermique

Pour le colmatage à chaud, la température ne doit pas être inférieure à 96 °C dix minutes après l'introduction de la charge à colmater.

Tout adjuvant (ex : agent anti-dépôt) doit être utilisé conformément aux instructions du fournisseur ou, en leur absence, aux instructions de travail de l'anodiseur.

### 12.8.6 Colmatage à froid

Le colmatage à froid est un procédé de colmatage réalisé en utilisant une solution aqueuse à une température ne dépassant pas 35 °C.

Le procédé de colmatage à froid en deux étapes à base de solution de fluorure de nickel doit être utilisé conformément aux instructions écrites du fournisseur ou, en leur absence, aux instructions de travail de l'anodiseur. Voir les recommandations fournies dans la section 11.6.5.

### 12.8.7 Autres systèmes de colmatage

Les autres systèmes de colmatage qui ont été approuvés par Qualanod, dont le colmatage à température moyenne, doivent être utilisés conformément aux instructions écrites du fournisseur ou, en leur absence, aux instructions de travail de l'anodiseur.

## 12.9 Contrôle des procédés

### 12.9.1 Satinage

Les bains de satinage doivent être analysés conformément aux instructions du fournisseur de décapants chimiques. En l'absence d'instructions pour les bains de satinage à base d'hydroxyde de sodium, des analyses d'hydroxyde de sodium libre, d'aluminium et, le cas échéant, de séquestrant doivent être effectuées. En l'absence d'instructions pour les bains de satinage acides, les analyses doivent respecter les instructions de travail de l'anodiseur. La fréquence minimale des analyses doit être de :

- une fois par bain par jour, pour trois équipes par jour ;
- une fois par bain tous les deux jours, pour deux équipes de 8h/jour ;
- une fois par bain tous les trois jours, pour une équipe de 8h/jour ;
- une fois par jour d'utilisation de la ligne si le bain est dans une ligne d'anodisation de bandes en continu.

La composition du bain doit être ajustée en fonction des résultats d'analyse.

La température de chaque bain de satinage doit être contrôlée à intervalles réguliers et au moins deux fois par équipe quand la ligne est en service. Elle doit être contrôlée au début du cycle de satinage.

### 12.9.2 Brillantage

Les bains de brillantage doivent être analysés conformément aux instructions du fournisseur de produits chimiques de brillantage. La fréquence minimale des analyses doit être de :

- une fois par bain par jour, pour trois équipes par jour ;
- une fois par bain tous les deux jours, pour deux équipes de 8h/jour ;
- une fois par bain tous les trois jours, pour une équipe de 8h/jour ;
- une fois par jour d'utilisation de la ligne si le bain est dans une ligne d'anodisation de bandes en continu.

La composition du bain doit être ajustée en fonction des résultats d'analyse.

La température de chaque bain de brillantage doit être contrôlée à intervalles réguliers et au moins deux fois par équipe quand la ligne est en service. Elle doit être contrôlée au début du cycle de brillantage.

### 12.9.3 Anodisation

Les bains d'anodisation doivent être analysés conformément aux instructions du fournisseur d'adjuvants d'anodisation. En l'absence d'instructions, des analyses d'acide sulfurique libre et d'aluminium dissous doivent être effectuées. La fréquence minimale des analyses doit être de :

- une fois par bain par jour, pour trois équipes par jour ;
- une fois par bain tous les deux jours, pour deux équipes de 8h/jour ;
- une fois par bain tous les trois jours, pour une équipe de 8h/jour ;
- une fois par jour d'utilisation de la ligne si le bain est dans une ligne d'anodisation de bandes en continu.

La composition du bain doit être ajustée en fonction des résultats d'analyse.

La température de chaque bain d'anodisation doit être contrôlée à intervalles réguliers et au moins deux fois par équipe quand la ligne est en service. Elle doit être contrôlée à la fin du cycle d'anodisation.

### 12.9.4 Colmatage

Tous les bains de colmatage, dont les procédés à plusieurs étapes, doivent être analysés conformément aux instructions du fournisseur de produits chimiques de colmatage ou, en leur absence, aux instructions de travail de l'anodiseur.

Pour le colmatage à froid, la teneur en nickel du bain doit être contrôlée au moins :

- une fois par bain par jour, pour trois équipes par jour ;
- une fois par bain tous les deux jours, pour deux équipes de 8h/jour ;
- une fois par bain tous les trois jours, pour une équipe de 8h/jour ;
- une fois par jour d'utilisation de la ligne si le bain est dans une ligne d'anodisation de bandes en continu.

La teneur en fluorure libre doit être analysée conformément aux instructions du fournisseur de produits chimiques de colmatage. La composition du bain doit être ajustée en fonction des résultats d'analyse.

Le pH de tous les bains de colmatage, dont les procédés à plusieurs étapes, doit être mesuré à intervalles réguliers et au moins deux fois par équipe quand la ligne est en service. La composition du bain doit être ajustée en fonction des résultats d'analyse.

La température de chaque bain de colmatage doit être contrôlée à intervalles réguliers et au moins deux fois par équipe quand la ligne est en service. Elle doit être contrôlée dix minutes après l'introduction de la charge et consignée.

### 12.9.5 Stockage des produits

Avant et après l'anodisation, les produits en aluminium doivent être stockés dans un local séparé des dispositifs d'anodisation. Après l'anodisation, ils doivent être protégés contre la condensation et la salissure. Toute pièce anodisée en stock doit indiquer l'épaisseur de sa couche anodique.

## 12.10 Registre des contrôles de la production

### 12.10.1 Enregistrement des contrôles

L'anodiseur doit disposer d'un dispositif de contrôle de la production fiable et contenant au moins les informations suivantes :

- Nom et adresse du client, numéro de commande ou du lot.
- Date de fabrication.
- Type d'anodisation (naturelle ou colorée).
- Classe d'épaisseur spécifiée et épaisseur réelle mesurée (valeurs minimales et maximales de l'épaisseur moyenne et de l'épaisseur locale).
- Résultats de l'essai de perte de masse.
- Résultats de l'évaluation des défauts visibles.
- Résultats de l'évaluation de l'état de surface et, s'il y a lieu, de la couleur.
- S'il y a lieu, résultats de l'essai à la goutte de colorant ou d'admittance.
- S'il y a lieu, résultats de l'essai de résistance à l'abrasion de surface.
- S'il y a lieu, preuve que la technique de coloration est conforme à la section 12.7.13.
- Résultats de tout autre essai requis par le client.
- Plan d'échantillonnage convenu. Voir 9.1
- Type d'éprouvettes d'essai pour les contrôles de la production. Voir 12.7.1
- Mesures prises à la suite de résultats non conformes.

Le registre doit comporter ce qui suit :

- Résultats des analyses et du suivi de la température des bains de satinage, et nombre d'équipes.
- Résultats des analyses et du suivi de la température des bains d'anodisation, et nombre d'équipes.
- Nom et application des produits chimiques et processus brevetés utilisés, pour le colmatage par exemple.
- Résultats des analyses, du suivi de la température et du pH des bains de colmatage.

Toutes les informations doivent être aisément accessibles à l'inspecteur.

### 12.10.2 Traçabilité

L'anodiseur doit établir et tenir à jour des procédures d'identification de la production à partir de dessins, de spécifications ou autres documents pertinents au cours de toutes les phases de la production, de la livraison et de la pose. Les produits isolés ou les lots doivent être clairement identifiés. Cette identification doit être enregistrée dans le registre des contrôles.

## 12.11 Inspections

### 12.11.1 Dispositions générales

L'inspecteur effectue les inspections comme décrit chapitre 8, conformément aux exigences de la section 12.11. Afin d'éviter une inspection inutile, il est recommandé à l'anodiseur de prévenir le licencié général s'il craint de ne pas disposer de pièces en nombre suffisant pour les essais à certaines périodes.

### 12.11.2 Non-conformités

La liste des non-conformités pour l'anodisation architecturale est la suivante :

- Résultat d'épaisseur de couche anodique non conforme. Voir 12.11.4
- Résultat d'essai de perte de masse non conforme. Voir 12.11.4
- Résultat d'essai de résistance à l'abrasion de surface non conforme (pour les lots où toutes les pièces testées ont une épaisseur moyenne de 20,0 µm ou plus). Voir 12.11.4

- Registre des contrôles de la production incomplet. *Voir 12.10*
- Utilisation d'une solution d'anodisation qui n'est pas à base d'acide sulfurique. *Voir 12.8.2*
- Utilisation de tout procédé ou de tout produit pour l'anodisation ou étape ultérieure de la ligne, qui n'est pas considéré comme éprouvé pour l'anodisation architecturale ou sans agrément Qualanod en vigueur. *Voir chapitre 10*
- Absence d'appareils en état de marche pour les mesures d'épaisseur de couche anodique. *Voir 12.6*
- Absence d'appareil en état de marche ou des solutions requises pour l'essai de perte de masse. *Voir 12.6*
- Absence d'appareil en état de marche pour l'essai d'admittance ou des solutions requises pour l'essai d'admittance/à la goutte de colorant. *Voir 12.6*
- Absence de papier de verre validé pour contrôler la résistance à l'abrasion de surface (si l'installation d'anodisation pratique l'essai d'abrasion de surface). *Voir 12.6*
- Absence d'un appareil en état de marche pour tout essai spécifié dans les Directives Qualanod et requis par le client. *Voir 12.6*

### 12.11.3 Repérage des pièces contrôlées par le contrôle de qualité interne

L'anodiseur doit indiquer à l'inspecteur Qualanod les pièces qui ont été évaluées conformes par le contrôle de qualité interne. La marchandise en stock, prête à l'expédition ou déjà emballée, est considérée comme ayant été contrôlée.

L'inspecteur ne contrôle pas les produits finis qui ne sont pas fabriqués conformément aux exigences des présentes Directives. Ces pièces doivent être clairement identifiées. L'inspecteur peut vérifier le type d'anodisation en examinant, par exemple, l'accord écrit entre l'anodiseur et le client.

### 12.11.4 Contrôle de la production lors d'une inspection

L'inspection comprend au moins les contrôles de la production suivants :

- Épaisseur de la couche anodique
- Essai de perte de masse
- Essai à la goutte de colorant ou d'admittance (les essais d'admittance sont effectués dans les 48 heures qui suivent le colmatage)
- Résistance à l'abrasion de surface

L'épaisseur moyenne et l'épaisseur locale de la couche anodique doivent être mesurées sur produits finis en utilisant la méthode à courants de Foucault définie dans la norme ISO 2360 (voir 9.2). Elles ne peuvent être inférieures aux valeurs minimales pour la classe d'épaisseur spécifiée.

Les produits sont évalués par la méthode d'essai de perte de masse indiquée section 9.3.1. La perte de masse ne doit pas excéder 30 mg/dm<sup>2</sup>.

Les produits sont évalués par la méthode d'essai à la goutte de colorant indiquée section 9.3.3.

Les produits sont évalués par la méthode d'essai d'admittance indiquée section 9.3.4.

La résistance à l'abrasion de surface des éprouvettes en aluminium anodisé d'une épaisseur moyenne de 20 µm ou plus doit être évaluée par une des méthodes spécifiées dans les sections 9.6.1 et 9.6.2. Après l'application de la méthode définie dans la section 9.6.1, le papier abrasif ne doit pas présenter de dépôt de poudre blanche important. Après l'application de la méthode définie dans la section 9.6.2, la couche anodique doit présenter un indice d'usure inférieur à 1,4.

En cas de désaccord, la méthode d'arbitrage spécifiée dans la section 9.6.2 doit être utilisée.

#### 12.11.5 Procédés

L'inspecteur vérifie que les procédés sont conformes aux exigences de la section 12.8. Il observe également le déroulement des analyses des bains afin de s'assurer qu'elles sont effectuées correctement.

## 13 Annexe - Anodisation industrielle

### 13.1 Introduction

Les chapitres 2 à 9 concernent des dispositions générales qui s'appliquent indépendamment du type d'anodisation. Ce qui suit est particulièrement important :

- Chapitre 6. Licence des anodiseurs.
- Chapitre 7. Règlement d'utilisation du label de qualité.
- Chapitre 8. Inspections.
- Chapitre 9. Méthodes de contrôle de la production.

### 13.2 Domaine d'application

Cette section précise les exigences concernant l'anodisation industrielle et les produits fabriqués par anodisation industrielle où l'aspect est secondaire.

L'anodisation industrielle produit des couches anodiques principalement utilisées pour ce qui suit :

- résistance à l'usure par abrasion ou par érosion ;
- isolation électrique ;
- isolation thermique ;
- consolidation (pour réparer des pièces hors limites de tolérance d'usinage ou des pièces usées) ;
- résistance à la corrosion (si colmatage).

Exemples de produits fabriqués par anodisation industrielle : soupapes, pièces coulissantes, mécanismes de charnière, cames, engrenages, joints articulés, pistons, poulies, blocs de distributeurs, embouts de biellettes et trémies.

De nombreux produits sont destinés à l'industrie automobile, la médecine, les ustensiles de cuisine, où l'aspect n'est pas négligeable mais où la résistance à l'usure et/ou au nettoyage par détergents chimiques agressifs est beaucoup plus importante. Ces applications sont particulièrement exigeantes concernant les qualités de l'aluminium anodisé.

Toutefois, lorsque l'aspect et la protection sont d'importance équivalente, les prescriptions du chapitre 12, concernant l'anodisation architecturale, doivent s'appliquer.

En outre, lorsque la caractéristique principale est une résistance à l'usure de haute qualité, les prescriptions du chapitre 15, concernant l'anodisation dure, doivent s'appliquer.

### 13.3 Label de qualité

L'utilisation du label de qualité doit être conforme aux exigences du chapitre 7.

### 13.4 Accords clients

#### 13.4.1 Informations à fournir par le client

Les informations suivantes, si adaptées, doivent être fournies par le client à l'anodiseur, si nécessaire en collaboration avec le fournisseur d'aluminium et/ou l'anodiseur :

- l'usage prévu de la(des) pièce(s) à anodiser
- la spécification de l'aluminium à anodiser (alliage et trempe)
- une indication de la(des) surface(s) significative(s) de la pièce à anodiser
- le plan d'échantillonnage pour les essais d'acceptation (voir 9.1).
- la classe d'épaisseur de couche anodique requise

- les tolérances dimensionnelles initiales et finales. Le client peut indiquer si elles ne sont pas requises ou si elles prévalent sur l'épaisseur de couche demandée
- la position préférentielle et la taille maximale des marques de contact
- toute exigence particulière concernant la préparation de la surface, ex. : grenailage, satinage, meulage
- la couleur de la(des) pièce(s) anodisée(s), le cas échéant
- la méthode de colmatage à utiliser. Le client peut spécifier l'absence de colmatage ou un colmatage uniquement pour éliminer la viscosité
- toute exigence particulière concernant le post-traitement, ex. : imprégnation, meulage
- toute autre caractéristique particulière requise, telle que la résistance à l'usure, la résistance à la corrosion, la microdureté

### 13.4.2 L'aluminium à anodiser

Les recommandations concernant le choix de l'alliage sont exposées dans le chapitre 11.

Les propriétés et les caractéristiques des couches anodiques dépendent étroitement de l'alliage et de la méthode de production. Par conséquent, les matériaux sont classés dans cinq groupes d'alliages :

- Classe 1 : tous les alliages corroyés à l'exception de ceux des séries 2000 et de la classe 2 (b) ;
- Classe 2 (a) : alliages des séries 2000 avec une teneur en cuivre inférieure à 5 % ;
- Classe 2 (b) : alliages des séries 5000 avec une teneur en magnésium supérieure ou égale à 2 % et alliages des séries 7000 ;
- Classe 3 (a) : alliages de fonderie avec une teneur en cuivre inférieure à 2 % et/ou 8 % en silicium ;
- Classe 3 (b) : autres alliages de fonderie.

### 13.4.3 Surfaces significatives

Les surfaces significatives sont indiquées de préférence par des dessins ou par des échantillons marqués de façon appropriée ; dans certains cas, il peut y avoir des exigences différentes de finition sur diverses parties de la(des) surface(s) significative(s). Il peut s'avérer nécessaire de masquer certaines pièces afin de permettre la réalisation d'exigences différentes.

### 13.4.4 Classes d'épaisseur

Les couches anodiques sont classées en fonction des valeurs minimales admissibles de l'épaisseur moyenne et de l'épaisseur locale. Les classes d'épaisseur sont désignées par les lettres « AA » suivies de la classe d'épaisseur. Les classes d'épaisseurs types sont présentées dans le tableau 13-1. D'autres classes d'épaisseur sont autorisées, ex : AA 7 ou AA 18, et sont définies de la même façon. Des informations sur le choix de la classe d'épaisseur sont présentées au chapitre 11.

**Tableau 13-1. Classes d'épaisseurs types**

Classe	Épaisseur moyenne minimale ( $\mu\text{m}$ )	Épaisseur locale minimale ( $\mu\text{m}$ )
AA10	10	8
AA15	15	12
AA20	20	16
AA25	25	20

### 13.4.5 Préparation de la surface

La norme ISO 7599 inclut un système de désignation de la préparation de surface.

### 13.4.6 Tolérances dimensionnelles finales

L'anodisation provoque une augmentation des dimensions d'une pièce, représentant environ 50 % de l'épaisseur de la couche anodique pour chaque surface anodisée.

## 13.5 Réclamations

Les clients doivent adresser par écrit leurs réclamations aux anodiseurs. L'anodiseur doit tenir un registre des réclamations qui mentionne les mesures prises pour leur traitement.

## 13.6 Laboratoire et équipement de contrôle

### 13.6.1 Laboratoire

Le laboratoire doit être situé dans une pièce dédiée et séparée des autres dispositifs. Des conditions adaptées doivent être maintenues pour la réalisation des essais.

### 13.6.2 Équipement de contrôle

#### 13.6.2.1 Dispositions générales

Les appareils doivent être conformes aux exigences des normes ISO se rapportant aux essais effectués. Ils doivent être en état de marche et posséder une fiche de suivi indiquant leur numéro d'identification et les contrôles d'étalonnage. Les modalités de fonctionnalité sont indiquées dans les sections 9.2, 9.3 et 9.14.

#### 13.6.2.2 Équipement pour le contrôle de la production

Pour mesurer l'épaisseur, l'anodiseur doit avoir au moins deux appareils à courants de Foucault ou un appareil à courants de Foucault et un microscope à coupe optique (9.2).

Il doit disposer de l'équipement suivant pour effectuer l'essai de perte de masse (9.3.1), s'il est requis par le client :

- balance analytique (précision 0,1 mg)
- étuve
- dessiccateur
- appareil de chauffage
- agitateurs
- produits chimiques

Si l'essai à la goutte de colorant est requis par le client, l'anodiseur doit disposer des solutions nécessaires pour effectuer cet essai (9.3.3).

Si l'essai d'admittance est requis par le client, l'anodiseur doit avoir au moins un appareil pour mesurer l'admittance et un appareil d'étalonnage pour vérifier la précision de l'appareil (9.3.4).

Si l'anodiseur ne dispose pas en interne de certains appareils nécessaires aux contrôles de la production requis par le client ou décrits dans la section 13.7, il doit pouvoir y avoir accès. Tout organisme mandaté pour effectuer un essai doit satisfaire aux exigences applicables de l'ISO/IEC 17025.

#### 13.6.2.3 Équipement pour le contrôle des bains

L'anodiseur doit être équipé d'un pH-mètre et de deux solutions tampons.

## 13.7 Contrôles de la production effectués par l'anodiseur

Comme indiqué ci-après, certains essais ne s'appliquent pas à l'anodisation industrielle.

### 13.7.1 Essais obligatoires

En fonction des produits fabriqués, l'anodiseur doit contrôler la qualité de sa production par les essais suivants (détails ci-après) :

- Épaisseur de la couche anodique
- Essai de perte de masse (si requis par le client)
- Essai à la goutte de colorant et/ou essai d'admittance (si requis par le client)
- Évaluation des défauts visibles
- Tolérances dimensionnelles finales (si requis par le client)

De plus, l'anodiseur doit exécuter tous les essais requis par le client et décrits ci-après.

Il existe plusieurs possibilités pour prélever les éprouvettes. L'anodiseur doit retenir une des options listées ci-dessous, rangées de 1 à 3 par ordre à privilégier. Les circonstances qui pourraient amener l'anodiseur à adopter l'option 2 ou 3 comprennent celles où : i) il n'est pas possible de prélever des éprouvettes du lot de production en raison de la forme, de la taille ou de l'encombrement du produit ; ii) plusieurs lots d'alliages différents sont traités ensemble ; iii) le lot ne comprend qu'une pièce.

1) Les éprouvettes doivent être prélevées sur le lot de production.

2) Les éprouvettes d'essai doivent être du même alliage que les pièces de production et traitées en même temps qu'elles.

3) Les éprouvettes d'essai peuvent être d'un alliage différent de celui des pièces de production mais elles doivent être traitées en même temps qu'elles. L'alliage doit contenir au moins 97 % d'aluminium. Si l'anodiseur adopte fréquemment cette option, il lui est recommandé de toujours utiliser le même alliage afin de pouvoir établir des enregistrements cohérents.

La pratique adoptée doit être consignée dans le registre des contrôles de la production.

L'anodiseur doit répondre aux exigences des normes définissant les essais qu'il pratique. Les normes internationales concernées sont identifiées dans le chapitre 4.

### 13.7.2 Épaisseur

Les mesures de l'épaisseur doivent être réalisées par la méthode indiquée section 9.2.

Lorsqu'une classe d'épaisseur est spécifiée, aucune pièce ne doit avoir une épaisseur moyenne ou locale inférieure au minimum requis.

Lorsqu'une épaisseur nominale inférieure ou égale à 50  $\mu\text{m}$  est spécifiée, aucune pièce ne doit avoir une épaisseur moyenne de  $\pm 20\%$  de l'épaisseur nominale. Lorsqu'une épaisseur nominale supérieure à 50  $\mu\text{m}$  est spécifiée, aucune pièce ne doit avoir une épaisseur moyenne de  $\pm 10\%$  par rapport à l'épaisseur nominale.

Dans le cas où la mesure de l'épaisseur est requise par le client, elle doit être effectuée lors d'un essai d'acceptation. Le client doit indiquer le plan d'échantillonnage à utiliser ou préciser qu'aucun plan d'échantillonnage n'est requis.

En l'absence d'instructions du client sur l'échantillonnage, les mesures d'épaisseur de la couche anodique doivent être effectuées sur produits finis au moins une fois par barre d'anode. Il est recommandé de contrôler l'épaisseur de la couche anodique avant la coloration et le colmatage.

Les valeurs minimales et maximales des épaisseurs moyennes et locales doivent être enregistrées dans le registre des contrôles de la production.

### 13.7.3 Tolérances dimensionnelles

Le cas échéant, la mesure des dimensions finales doit être effectuée lors d'un essai d'acceptation.

### 13.7.4 Qualité du colmatage

#### 13.7.4.1 Essai de perte de masse

Sur demande du client, les produits anodisés doivent être évalués par la méthode indiquée section 9.3.1. La perte de masse ne doit pas excéder 30 mg/dm<sup>2</sup>.

L'essai de perte de masse doit être effectué au moins :

- une fois par bain de colmatage par jour si la production d'anodisation colorée représente 100 % de la production totale de la semaine ;
- une fois par bain de colmatage tous les deux jours si la production d'anodisation colorée représente plus de 50 % et moins de 100 % de la production totale de la semaine ;
- une fois par bain de colmatage par semaine si la production d'anodisation colorée représente moins de 50 % de la production totale de la semaine ;
- une fois par ligne d'anodisation de bandes en continu en service par jour.

#### 13.7.4.2 Essai à la goutte de colorant

Sur demande du client, les produits anodisés doivent être évalués par la méthode indiquée section 9.3.3. Le résultat ne doit pas excéder 2.

L'essai à la goutte doit être effectué au moins une fois par bain de colmatage par équipe. Il doit toujours être réalisé sur la pièce dont la couche anodique est la plus épaisse. Pour éviter d'endommager la pièce, l'essai à la goutte de colorant peut être effectué dans une zone de la pièce où les taches de colorant ne nuiront pas à son aspect.

Pour les lignes d'anodisation de bandes en continu, l'essai à la goutte doit être effectué au moins une fois par bobine.

#### 13.7.4.3 Essai d'admittance

Sur demande du client, les produits anodisés doivent être évalués par la méthode indiquée section 9.3.4. La limite acceptable de l'admittance corrigée doit être 20 µS. Si la valeur de l'admittance corrigée excède 20 µS, ou un essai de perte de masse est effectué, ou le colmatage est renouvelé. La limite acceptable de l'admittance ne s'applique pas aux pièces colorées par procédé électrolytique en bronze moyen, bronze foncé et noir. Sur l'échelle CIE 1976 L\*a\*b\*, ces dernières sont des finitions avec une valeur de L\* inférieure à environ 60.

Cette méthode convient au contrôle de la production.

L'essai d'admittance doit être effectué au moins une fois par bain de colmatage par équipe. Il n'est pas nécessaire d'effectuer des essais d'admittance sur les bandes anodisées en continu.

### 13.7.5 Défauts visibles

Les pièces doivent être examinées visuellement, conformément à la section 9.4.1. La surface significative doit être complètement anodisée. L'aspect visuel doit être essentiellement uniforme, sans écaillage, cloque ou zones poudreuses (brûlées).

Les craquelures ou les microfissures ne sont normalement pas un motif de rejet.

### 13.7.6 État de surface et couleur

Sur demande du client, l'état de surface et la couleur des pièces anodisées doivent se situer dans les limites acceptables approuvées par l'anodiseur et le client.

**13.7.7 Propriétés de réflexion de la lumière**

Non applicable.

**13.7.8 Résistance à la corrosion**

Sur demande du client, la résistance à la corrosion doit être évaluée par une des méthodes spécifiées dans la section 9.5.

Après avoir subi l'essai au brouillard salin neutre (NSS), une éprouvette présentant une épaisseur de couche anodique de 50 µm ne doit montrer aucune piqure de corrosion, à l'exception de celles situées à moins de 1,5 mm des traces de pinces et des angles.

L'essai au brouillard salin acétique (AASS) doit être effectué à l'aide d'échantillons de référence afin que la performance comparative des éprouvettes soit évaluée. Cela peut impliquer l'examen des éprouvettes au cours de l'essai. Le classement des éprouvettes corrodées doit être fondé sur les systèmes spécifiés dans l'ISO 8993 ou dans l'ISO 8994. Les limites acceptables concernant l'essai AASS doivent faire l'objet d'un accord entre l'anodiseur et le client.

Ces essais s'appliquent uniquement aux couches anodiques colmatées.

**13.7.9 Résistance à l'usure**

Sur demande du client, la résistance à l'usure des couches anodiques doit être évaluée par une méthode d'essai approuvée par l'anodiseur et le client : méthode à la roue abrasive (section 9.6.2.), méthode au jet abrasif (section 9.6.3) ou méthode Taber (section 9.6.5.). La méthode d'essai doit être conforme à la norme ISO 10074.

Le délai entre l'anodisation et l'essai doit être de 24 h minimum. Entre temps, les pièces contrôlées doivent être entreposées dans l'environnement d'essais.

La fréquence de l'essai doit faire l'objet d'un accord entre l'anodiseur et le client.

La résistance à l'usure doit avoir les valeurs indiquées dans le tableau 13-2.

**Tableau 13-2. Valeurs acceptables de résistance à l'usure**

<b>Classe de matériaux</b>	<b>Nombre de doubles courses (méthode à la roue abrasive)</b>	<b>Résistance spécifique moyenne relative à l'abrasion (méthodes à la roue abrasive et au jet abrasif)</b>	<b>Perte de masse maximale (méthode Taber)</b>
Classe 1	800 à 100	80 %	
Classe 2 (a)	400 à 100	30 %	15 mg
Classe 2 (b)	800 à 100	55 %	35 mg
Classe 3 (a)	400 à 100	55 %	25 mg
Classe 3 (b)	400 à 100	20 %	

**13.7.10 Résistance à l'abrasion de surface**

Non applicable.

**13.7.11 Microdureté**

Sur demande du client, la microdureté des couches anodiques doit être déterminée par la méthode de microdureté Vickers indiquée section 9.7. La charge d'essai doit être 0.49 N pour les classes de matériaux 1, 2 (a), 2 (b) et 3 (a). La charge d'essai pour la classe de matériaux 3 (b) doit faire l'objet d'un accord entre l'anodiseur et le client.

La fréquence de l'essai et les limites acceptables doivent faire l'objet d'un accord entre l'anodiseur et le client. En l'absence d'accord, les couches anodiques possédant une épaisseur de 25 µm à 50 µm doivent présenter les valeurs de microdureté minimales indiquées dans le tableau 13-3.

**Tableau 13-3. Valeurs acceptables pour l'essai de microdureté Vickers**

Classe de matériaux	Valeur acceptable minimale ( $H_{V 0,05}$ )
Classe 1	400
Classe 2 (a)	250
Classe 2 (b)	300
Classe 3 (a)	250

**13.7.12 Résistance à la formation de criques par déformation**

Sur demande du client, la résistance à la formation de criques par déformation des produits laminés anodisés doit être déterminée par la méthode spécifiée dans la section 9.8. La fréquence de l'essai et les limites acceptables doivent faire l'objet d'un accord entre l'anodiseur et le client.

Cet essai est pertinent pour les produits laminés qui sont déformés après l'anodisation.

**13.7.13 Solidité à la lumière**

Non applicable.

**13.7.14 Résistance au craquellement thermique**

Non applicable.

**13.7.15 Continuité de la couche anodique**

Sur demande du client, la continuité de la couche anodique des bandes anodisées en continu doit être déterminée par la méthode spécifiée dans la section 9.11. Après l'essai, l'examen visuel ne doit pas révéler de taches noires et/ou rougeâtres foncées sur la surface.

L'essai de continuité doit être effectué une fois par jour par ligne d'anodisation de bandes en continu en service.

**13.7.16 Tension de claquage**

Sur demande du client, la tension de claquage de la couche anodique doit être déterminée par la méthode spécifiée dans la section 9.10.

La fréquence de l'essai et les limites acceptables doivent faire l'objet d'un accord entre l'anodiseur et le client. En l'absence d'accord, les couches anodiques épaisses de 50 µm, d'alliages dont la teneur en cuivre est inférieure à 1 % doivent avoir une tension de claquage minimale de 1200 V, et les autres alliages une tension de claquage minimale de 800 V. La moyenne de dix mesures doit être réalisée pour obtenir ces valeurs.

Cette méthode ne s'applique pas aux couches anodiques non colmatées.

**13.7.17 Masse par unité de surface**

Sur demande du client, la masse surfacique de la couche anodique doit être déterminée par la méthode spécifiée dans la section 9.12.

La fréquence de l'essai et les limites acceptables doivent faire l'objet d'un accord entre l'anodiseur et le client. En l'absence d'accord, la masse surfacique doit être d'au moins 1100

mg/dm<sup>2</sup> pour une couche anodique non colmatée d'une épaisseur de 50 µm, ou l'équivalent pour les couches d'épaisseurs différentes.

#### 13.7.19 Rugosité

Sur demande du client, la méthode, la fréquence de l'essai et les limites acceptables doivent faire l'objet d'un accord entre l'anodiseur et le client.

#### 13.7.20 Essais de simulation d'utilisation

Sur demande du client, les produits anodisés doivent être évalués par un ou plusieurs essais indiqués par le client afin de simuler les conditions d'utilisation. La fréquence de l'essai et les limites acceptables doivent faire l'objet d'un accord entre l'anodiseur et le client.

### 13.8 Exigences concernant les procédés

#### 13.8.1 Prétraitement

L'anodiseur peut utiliser tout procédé qu'il estime approprié à l'obtention de la finition requise par le client. Ces procédés peuvent être mécaniques (grenailage, meulage, brossage, polissage, lustrage) ou chimiques (dégraissage, satinage, décapage, neutralisation).

#### 13.8.2 Anodisation

L'anodisation doit être réalisée avec des solutions à base d'acide sulfurique.

#### 13.8.3 Coloration

Les colorants et les procédés électrolytiques de coloration doivent être utilisés conformément aux instructions du fournisseur ou, en leur absence, aux instructions de travail de l'anodiseur.

Dans le cas des applications extérieures, le label de qualité ne doit pas être utilisé pour le procédé électrolytique de coloration noire obtenue à partir de sels de cuivre.

#### 13.8.4 Colmatage

Tout procédé de colmatage peut être utilisé dans la mesure où la production qui en résulte répond aux exigences des présentes Directives.

#### 13.8.5 Colmatage hydrothermique

Pour le colmatage à chaud, la température ne doit pas être inférieure à 96 °C dix minutes après l'introduction de la charge à colmater.

Tout adjuvant (ex : agent anti-dépôt) doit être utilisé conformément aux instructions du fournisseur ou, en leur absence, aux instructions de travail de l'anodiseur.

#### 13.8.6 Colmatage à froid

Le colmatage à froid est un procédé de colmatage réalisé en utilisant une solution aqueuse à une température ne dépassant pas 35 °C.

Le procédé de colmatage à froid en deux étapes à base de solution de fluorure de nickel doit être utilisé conformément aux instructions écrites du fournisseur ou, en leur absence, aux instructions de travail de l'anodiseur. Voir les recommandations fournies dans la section 11.6.5.

### 13.8.7 Autres systèmes de colmatage

Les autres systèmes de colmatage, dont le colmatage à température moyenne, doivent être utilisés conformément aux instructions écrites du fournisseur ou, en leur absence, aux instructions de travail de l'anodiseur.

## 13.9 Contrôle des procédés

Si l'anodiseur et le client sont convenus d'exigences concernant l'état de surface des pièces anodisées, les dispositions des sections 13.9.1 ou 13.9.2 doivent s'appliquer.

### 13.9.1 Satinage

Les bains de satinage doivent être analysés conformément aux instructions du fournisseur de décapants chimiques. En l'absence d'instructions pour les bains de satinage à base d'hydroxyde de sodium, des analyses d'hydroxyde de sodium libre, d'aluminium et, le cas échéant, de séquestrant doivent être effectuées. En l'absence d'instructions pour les bains de satinage acides, les analyses doivent se conformer aux instructions de travail de l'anodiseur. La fréquence minimale des analyses doit être de :

- une fois par bain par jour, pour trois équipes par jour ;
- une fois par bain tous les deux jours, pour deux équipes de 8h/jour ;
- une fois par bain tous les trois jours, pour une équipe de 8h/jour ;
- une fois par jour d'utilisation de la ligne si le bain est dans une ligne d'anodisation de bandes en continu.

La composition du bain doit être ajustée en fonction des résultats d'analyse.

La température de chaque bain de satinage doit être contrôlée à intervalles réguliers et au moins deux fois par équipe quand la ligne est en service. Elle doit être contrôlée au début du cycle de satinage.

### 13.9.2 Brillantage

Les bains de brillantage doivent être analysés conformément aux instructions du fournisseur de produits chimiques de brillantage. La fréquence minimale des analyses doit être de :

- une fois par bain par jour, pour trois équipes par jour ;
- une fois par bain tous les deux jours, pour deux équipes de 8h/jour ;
- une fois par bain tous les trois jours, pour une équipe de 8h/jour ;
- une fois par jour d'utilisation de la ligne si le bain est dans une ligne d'anodisation de bandes en continu.

La composition du bain doit être ajustée en fonction des résultats d'analyse.

La température de chaque bain de brillantage doit être contrôlée à intervalles réguliers et au moins deux fois par équipe quand la ligne est en service. Elle doit être contrôlée au début du cycle de brillantage.

### 13.9.3 Anodisation

Les bains d'anodisation doivent être analysés conformément aux instructions du fournisseur d'adjuvants d'anodisation. En l'absence d'instructions, des analyses d'acide sulfurique libre et d'aluminium dissous doivent être effectuées. La fréquence minimale des analyses doit être de :

- une fois par bain par jour, pour trois équipes par jour ;
- une fois par bain tous les deux jours, pour deux équipes de 8h/jour ;
- une fois par bain tous les trois jours, pour une équipe de 8h/jour ;
- une fois par jour d'utilisation de la ligne si le bain est dans une ligne d'anodisation de bandes en continu.

La composition du bain doit être ajustée en fonction des résultats d'analyse.

La température de chaque bain d'anodisation doit être contrôlée à intervalles réguliers et au moins deux fois par équipe quand la ligne est en service. Elle doit être contrôlée à la fin du cycle d'anodisation.

### 13.9.4 Colmatage

Tous les bains de colmatage, dont les procédés à plusieurs étapes, doivent être analysés conformément aux instructions du fournisseur de produits chimiques de colmatage ou, en leur absence, aux instructions de travail de l'anodiseur.

Pour le colmatage à froid, la teneur en nickel du bain doit être contrôlée au moins :

- une fois par bain par jour, pour trois équipes par jour ;
- une fois par bain tous les deux jours, pour deux équipes de 8h/jour ;
- une fois par bain tous les trois jours, pour une équipe de 8h/jour ;
- une fois par jour d'utilisation de la ligne si le bain est dans une ligne d'anodisation de bandes en continu.

La teneur en fluorure libre doit être analysée conformément aux instructions du fournisseur de produits chimiques de colmatage. La composition du bain doit être ajustée en fonction des résultats d'analyse.

Le pH de tous les bains de colmatage, dont les procédés à plusieurs étapes, doit être mesuré à intervalles réguliers et au moins deux fois par équipe quand la ligne est en service. La composition du bain doit être ajustée en fonction des résultats d'analyse.

La température de chaque bain de colmatage doit être contrôlée à intervalles réguliers et au moins deux fois par équipe quand la ligne est en service. Elle doit être contrôlée dix minutes après l'introduction de la charge et consignée.

### 13.9.5 Stockage des produits

Avant et après l'anodisation, les produits en aluminium doivent être stockés dans un local séparé des dispositifs d'anodisation. Après l'anodisation, ils doivent être protégés contre la condensation et la salissure.

## 13.10 Registre des contrôles de la production

### 13.10.1 Enregistrement des contrôles

L'anodiseur doit disposer d'un dispositif de contrôle de la production fiable et contenant au moins les informations suivantes :

- Nom et adresse du client, numéro de commande ou du lot.
- Date de fabrication.
- Épaisseur de couche anodique requise et épaisseur réelle mesurée (valeurs minimales et maximales de l'épaisseur moyenne).
- Résultats de l'essai de perte de masse (sur demande du client).
- Résultats de l'évaluation des défauts visibles.
- Résultats de l'évaluation de l'état de surface et, s'il y a lieu, de la couleur.
- Résultats de l'essai à la goutte de colorant ou d'admittance (sur demande du client)
- Tolérances dimensionnelles finales (sur demande du client).
- Résultats de l'essai de résistance à l'usure (sur demande du client).
- Résultats de tout autre essai requis par le client.
- Plan d'échantillonnage convenu. Voir 9.1
- Type d'éprouvettes d'essai pour les contrôles de la production. Voir 13.7.1
- Mesures prises à la suite de résultats non conformes.

Le registre doit comporter ce qui suit :

- Résultats des analyses et du suivi de la température des bains d'anodisation, et nombre d'équipes.
- Nom et application des produits chimiques et processus brevetés utilisés, pour le colmatage par exemple.
- Résultats des analyses, du suivi de la température et du pH des bains de colmatage.

Toutes les informations doivent être aisément accessibles à l'inspecteur.

## 13.10.2 Traçabilité

L'anodiseur doit établir et tenir à jour des procédures d'identification de la production à partir de dessins, de spécifications ou autres documents pertinents au cours de toutes les phases de la production, de la livraison et de la pose. Les produits isolés ou les lots doivent être clairement identifiés. Cette identification doit être enregistrée dans le registre des contrôles.

## 13.11 Inspections

### 13.11.1 Dispositions générales

L'inspecteur effectue les inspections comme décrit chapitre 8, conformément aux exigences de la section 13.11. Afin d'éviter une inspection inutile, il est recommandé à l'anodiseur de prévenir le licencié général s'il craint de ne pas disposer, à certaines périodes, de pièces en nombre suffisant pour les essais.

### 13.11.2 Non-conformités

La liste des non-conformités pour l'anodisation industrielle est la suivante :

- Résultat d'épaisseur de couche anodique non conforme (sauf si les tolérances dimensionnelles prévalent). *Voir 13.11.4*
- Résultat d'essai de perte de masse non conforme. *Voir 13.11.4*
- Registre des contrôles de la production incomplet. *Voir 13.10*
- Utilisation d'une solution d'anodisation qui n'est pas à base d'acide sulfurique. *Voir 13.8.2*
- Absence d'appareil de mesure de l'épaisseur de couche anodique en état de marche. *Voir 13.6*
- Absence d'appareil en état de marche ou des solutions requises pour l'essai de perte de masse, si requis par le client. *Voir 13.6*
- Absence d'appareil en état de marche pour l'essai d'admittance ou des solutions requises pour l'essai d'admittance/à la goutte de colorant, si requis par le client. *Voir 13.6*
- Absence d'un appareil en état de marche pour tout essai spécifié dans les Directives Qualanod et requis par le client. *Voir 13.6*

### 13.11.3 Repérage des pièces contrôlées par le contrôle de qualité interne

L'anodiseur doit indiquer à l'inspecteur Qualanod les pièces qui ont été évaluées conformes par le contrôle de qualité interne. La marchandise en stock, prête à l'expédition ou déjà emballée, est considérée comme ayant été contrôlée.

L'inspecteur ne contrôle pas les produits finis qui ne sont pas fabriqués conformément aux exigences des présentes Directives. Ces pièces doivent être clairement identifiées. L'inspecteur peut vérifier le type d'anodisation en examinant, par exemple, l'accord écrit entre l'anodiseur et le client.

#### 13.11.4 Contrôle de la production lors d'une inspection

L'inspection comprend au moins les contrôles de la production suivants :

- Épaisseur de la couche anodique
- Essai de perte de masse, s'il est requis par le client pour le lot sélectionné
- Essai à la goutte de colorant ou d'admittance (les essais d'admittance sont effectués dans les 48 heures qui suivent le colmatage), si requis par le client pour le lot sélectionné

L'épaisseur moyenne et l'épaisseur locale de la couche anodique doivent être mesurées sur produits finis en utilisant la méthode à courants de Foucault définie dans la norme ISO 2360 (voir 9.2). Elles ne peuvent être inférieures aux valeurs minimales pour la classe d'épaisseur spécifiée ni s'écarter des valeurs limites pour l'épaisseur nominale spécifiée (voir 8.3.6).

Les produits sont évalués par la méthode d'essai de perte de masse indiquée section 9.3.1. La perte de masse ne doit pas excéder 30 mg/dm<sup>2</sup>.

Les produits sont évalués par la méthode d'essai à la goutte de colorant indiquée section 9.3.3.

Les produits sont évalués par la méthode d'essai d'admittance indiquée section 9.3.4.

#### 13.11.5 Procédés

L'inspecteur vérifie que les procédés sont conformes aux exigences de la section 13.8. Il observe également le déroulement des analyses des bains afin de s'assurer qu'elles sont effectuées correctement.

## 14 Annexe - Anodisation décorative

### 14.1 Introduction

Les chapitres 2 à 9 concernent des dispositions générales qui s'appliquent indépendamment du type d'anodisation. Ce qui suit est particulièrement important.

- Chapitre 6. Licence des anodiseurs.
- Chapitre 7. Règlement d'utilisation du label de qualité.
- Chapitre 8. Inspections.
- Chapitre 9. Méthodes de contrôle de la production.

### 14.2 Domaine d'application

Cette section précise les exigences concernant l'anodisation décorative et les produits fabriqués par anodisation décorative.

La norme ISO 7583 définit l'anodisation décorative comme « anodisation visant à produire une finition décorative dont la principale caractéristique est son aspect uniforme ou esthétique ».

Exemples : parois de douche, étuis de rouge à lèvres et réflecteurs de lumière.

### 14.3 Label de qualité

L'utilisation du label de qualité doit être conforme aux exigences du chapitre 7.

### 14.4 Accords clients

#### 14.4.1 Informations à fournir par le client

Les informations suivantes doivent être fournies par le client à l'anodiseur, si nécessaire en collaboration avec le fournisseur d'aluminium et/ou l'anodiseur :

- l'usage prévu de la(des) pièce(s) à anodiser
- la spécification de l'aluminium à anodiser (alliage et trempe)
- une indication de la(des) surface(s) significative(s) de la pièce à anodiser
- le plan d'échantillonnage pour les essais d'acceptation (voir 9.1)
- la classe d'épaisseur de couche anodique requise
- la position préférentielle et la taille maximale des marques de contact
- la préparation de la surface à utiliser sur l'aluminium avant l'anodisation et les limites de variation de l'état de surface final
- la couleur de la(des) pièce(s) anodisée(s) et les limites maximales de la variation de couleur
- la méthode de colmatage à utiliser. Le client peut spécifier un colmatage uniquement pour éliminer la viscosité.

#### 14.4.2 L'aluminium à anodiser

Les recommandations concernant le choix de l'alliage sont exposées dans le chapitre 11.

#### 14.4.3 Surfaces significatives

Les surfaces significatives sont indiquées de préférence par des dessins ou par des échantillons marqués de façon appropriée ; dans certains cas, il peut y avoir des exigences différentes de finition sur diverses parties de la(des) surface(s) significative(s).

#### 14.4.4 Classes d'épaisseur

Les couches anodiques sont classées en fonction des valeurs minimales admissibles de l'épaisseur moyenne et de l'épaisseur locale. Les classes d'épaisseur sont désignées par les lettres « AA » suivies de la classe d'épaisseur. Les classes d'épaisseurs types sont présentées dans le tableau 14-1. D'autres classes d'épaisseur sont autorisées, ex : AA 7 ou AA 18, et sont définies de la même façon. Des informations sur le choix de la classe d'épaisseur sont présentées au chapitre 11.

**Tableau 14-1. Classes d'épaisseurs types**

Classe	Épaisseur moyenne minimale ( $\mu\text{m}$ )	Épaisseur locale minimale ( $\mu\text{m}$ )
AA3	3	Non précisé
AA5	5	4
AA10	10	8
AA15	15	12

#### 14.4.5 Tolérances dimensionnelles finales

Non applicable.

#### 14.4.6 Préparation de la surface

La préparation de la surface est définie de préférence par des échantillons de référence approuvés par les deux parties.

#### 14.4.7 Couleur

La variation de couleur acceptable est définie de préférence par des échantillons de référence approuvés par les deux parties. Les échantillons peuvent représenter les limites maximales du sombre et du clair.

### 14.5 Réclamations

Les clients doivent adresser par écrit leurs réclamations aux anodiseurs. L'anodiseur doit tenir un registre des réclamations qui mentionne les mesures prises pour leur traitement.

### 14.6 Laboratoire et équipement de contrôle

#### 14.6.1 Laboratoire

Le laboratoire doit être situé dans une pièce dédiée et séparée des autres dispositifs. Des conditions adaptées doivent être maintenues pour la réalisation des essais.

#### 14.6.2 Équipement de contrôle

##### 14.6.2.1 Dispositions générales

Les appareils doivent être conformes aux exigences des normes ISO se rapportant aux essais effectués. Ils doivent être en état de marche et posséder une fiche de suivi indiquant leur numéro d'identification et les contrôles d'étalonnage. Les modalités de fonctionnalité sont indiquées dans les sections 9.2, 9.3 et 9.14.

##### 14.6.2.2 Équipement pour le contrôle de la production

Pour mesurer l'épaisseur, l'anodiseur doit avoir au moins deux appareils à courants de Foucault ou un appareil à courants de Foucault et un microscope à coupe optique (9.2).

Il doit disposer de l'équipement suivant pour effectuer l'essai de perte de masse (9.3.1 ou 9.3.2) :

- balance analytique (précision 0,1 mg)
- étuve
- dessiccateur
- appareil de chauffage
- agitateurs
- produits chimiques

Si l'anodiseur pratique l'essai à la goutte de colorant, il doit disposer des solutions nécessaires pour effectuer cet essai (9.3.3).

Si l'anodiseur pratique l'essai d'admittance, il doit avoir au moins un appareil pour mesurer l'admittance et un appareil d'étalonnage pour vérifier la précision de l'appareil (9.3.4).

Si l'anodiseur ne dispose pas en interne de certains appareils nécessaires aux contrôles de la production requis par le client ou décrits dans la section 14.7, il doit pouvoir y avoir accès. Tout organisme mandaté pour effectuer un essai doit satisfaire aux exigences applicables de l'ISO/IEC 17025.

### 14.6.2.3 Équipement pour le contrôle des bains

L'anodiseur doit être équipé d'un pH-mètre et de deux solutions tampons.

## 14.7 Contrôles de la production effectués par l'anodiseur

Comme indiqué ci-après, certains essais ne s'appliquent pas à l'anodisation décorative.

### 14.7.1 Essais obligatoires

En fonction des produits fabriqués, l'anodiseur doit contrôler la qualité de sa production par les essais suivants (détails ci-après) :

- Épaisseur de la couche anodique
- Essai de perte de masse
- Essai à la goutte de colorant et/ou essai d'admittance
- Évaluation des défauts visibles, de l'état de surface et, le cas échéant, de la couleur

De plus, l'anodiseur doit effectuer tous les essais requis par le client et décrits ci-après.

Il existe plusieurs possibilités pour prélever les éprouvettes. L'anodiseur doit retenir une des options listées ci-dessous, rangées de 1 à 3 par ordre à privilégier. Les circonstances qui pourraient amener l'anodiseur à adopter l'option 2 ou 3 comprennent celles où : i) il n'est pas possible de prélever des éprouvettes du lot de production en raison de la forme, de la taille ou de l'encombrement du produit ; ii) plusieurs lots d'alliages différents sont traités ensemble ; iii) le lot ne comprend qu'une pièce.

1) Les éprouvettes doivent être prélevées sur le lot de production.

2) Les éprouvettes d'essai doivent être du même alliage que les pièces de production et traitées en même temps qu'elles.

3) Les éprouvettes d'essai peuvent être d'un alliage différent de celui des pièces de production mais elles doivent être traitées en même temps qu'elles. L'alliage doit contenir au moins 97 % d'aluminium. Si l'anodiseur adopte fréquemment cette option, il lui est recommandé de toujours utiliser le même alliage afin de pouvoir établir des enregistrements cohérents.

La pratique adoptée doit être consignée dans le registre des contrôles de la production.

L'anodiseur doit répondre aux exigences des normes définissant les essais qu'il pratique. Les normes internationales concernées sont identifiées dans le chapitre 4.

### 14.7.2 Épaisseur

Les épaisseurs moyennes et locales des produits doivent être mesurées en utilisant la méthode indiquée dans la section 9.2. Ces épaisseurs ne doivent pas être inférieures aux valeurs minimales de leur classe d'épaisseur spécifiée.

Si le client le spécifie, la mesure de l'épaisseur doit faire l'objet d'un essai d'acceptation des lots. Le client doit indiquer le plan d'échantillonnage à utiliser ou préciser qu'aucun plan d'échantillonnage n'est requis.

En l'absence d'instructions du client sur l'échantillonnage, les mesures d'épaisseur de la couche anodique doivent être effectuées sur produits finis au moins une fois par barre d'anode. Il est recommandé de contrôler l'épaisseur de la couche avant la coloration et le colmatage.

Les valeurs minimales et maximales des épaisseurs moyennes et locales doivent être enregistrées dans le registre des contrôles de la production.

### 14.7.3 Tolérances dimensionnelles

Non applicable.

### 14.7.4 Qualité du colmatage

#### 14.7.4.1 Essai de perte de masse

Les produits anodisés doivent être évalués par les méthodes section 9.3.1 ou 9.3.2. La perte de masse ne doit pas excéder 30 mg/dm<sup>2</sup>. La méthode doit faire l'objet d'un accord entre l'anodiseur et le client.

Cet essai constitue l'essai de référence pour évaluer la qualité du colmatage.

L'essai de perte de masse doit être effectué au moins :

- une fois par bain de colmatage par jour si la production d'anodisation colorée représente 100 % de la production totale de la semaine ;
- une fois par bain de colmatage tous les deux jours si la production d'anodisation colorée représente plus de 50 % et moins de 100 % de la production totale de la semaine ;
- une fois par bain de colmatage par semaine si la production d'anodisation colorée représente moins de 50 % de la production totale de la semaine ;
- une fois par ligne d'anodisation de bandes en continu en service par jour.

#### 14.7.4.2 Essai à la goutte de colorant

Les produits anodisés doivent être évalués par la méthode indiquée section 9.3.3. Le résultat ne doit pas excéder 2. Si l'intensité de la tâche est classée 2, il faut soit effectuer un essai de perte de masse, soit renouveler le colmatage.

Cette méthode convient au contrôle de la production afin d'évaluer la qualité du colmatage. C'est un essai d'acceptation du pouvoir absorbant d'une surface anodisée.

L'essai à la goutte doit être effectué au moins une fois par bain de colmatage par équipe. Il doit toujours être réalisé sur la pièce dont la couche anodique est la plus épaisse. Pour éviter d'endommager la pièce, l'essai à la goutte de colorant peut être effectué dans une zone de la pièce où les taches de colorant ne nuiront pas à son aspect.

Pour les lignes d'anodisation de bandes en continu, l'essai à la goutte doit être effectué au moins une fois par bobine.

#### 14.7.4.3 Essai d'admittance

Les produits anodisés doivent être évalués par la méthode indiquée section 9.3.4. La limite acceptable de l'admittance corrigée doit être 20  $\mu$ S. Si la valeur de l'admittance corrigée excède 20  $\mu$ S, soit un essai de perte de masse est effectué, soit le colmatage est renouvelé. La limite acceptable de l'admittance ne s'applique pas aux pièces colorées par procédé électrolytique en bronze moyen, bronze foncé et noir. Sur l'échelle CIE 1976  $L^*a^*b^*$ , ces dernières sont des finitions avec une valeur de  $L^*$  inférieure à environ 60.

Cette méthode convient au contrôle de la production.

L'essai d'admittance doit être effectué au moins une fois par bain de colmatage et par équipe. Il n'est pas nécessaire d'effectuer des essais d'admittance sur les bandes anodisées en continu.

#### 14.7.5 Défauts visibles

Les pièces anodisées doivent être prélevées selon un plan d'échantillonnage approuvé par les parties intéressées. La(les) surface(s) significative(s) des pièces anodisées doivent être exemptes de défauts visibles à une certaine distance d'observation. Cette distance fait l'objet d'un accord entre les parties intéressées. En l'absence d'accord, l'examen visuel doit se conformer aux dispositions de la section 9.4.1 et les distances d'observation suivantes doivent s'appliquer.

- 2 m pour les applications architecturales intérieures
- 0,5 m pour les produits décoratifs

Le métal reçu par l'anodiseur doit être d'une qualité suffisante pour que les surfaces significatives soient exemptes de défauts visibles, selon les exigences du client, après le traitement sur la ligne d'anodisation. En cas de doute ou de désaccord sur le fait que le traitement pourrait supprimer ou masquer suffisamment les défauts, les lignes de laminage ou de filage, un échantillon doit être traité sur la ligne d'anodisation afin de produire la finition convenue entre l'anodiseur et le client ; l'échantillon est ensuite évalué visuellement comme décrit ci-dessus.

#### 14.7.6 État de surface et couleur

L'état de surface et la couleur des pièces anodisées et des échantillons de référence doivent être évalués conformément à la section 9.4.2. La distance d'observation fait l'objet d'un accord entre les parties intéressées. En l'absence d'accord, les distances d'observation suivantes doivent s'appliquer :

- les distances décrites dans la section 14.7.5 pour la comparaison des pièces anodisées
- 0,5 m pour la comparaison entre les pièces anodisées et les échantillons de référence approuvés par les parties intéressées

En cas d'accord entre le client et l'anodiseur, les méthodes instrumentales peuvent être utilisées.

L'état de surface et la couleur des pièces anodisées doivent se situer dans les limites acceptables convenues entre l'anodiseur et le client.

Les échantillons de référence approuvés doivent être conservés dans un endroit sec et à l'abri de la lumière.

#### 14.7.7 Propriétés de réflexion de la lumière

Sur demande du client, les propriétés de réflexion de la lumière doivent être évaluées conformément à la section 9.4.3. La fréquence de l'essai et les limites acceptables doivent faire l'objet d'un accord entre l'anodiseur et le client.

#### 14.7.8 Résistance à la corrosion

Non applicable.

#### 14.7.9 Résistance à l'usure

Sur demande du client, la résistance à l'usure de masse des produits anodisés doit être évaluée par une des méthodes spécifiées dans les sections 9.6.2, 9.6.3 et 9.6.4. La méthode, la fréquence de l'essai et les limites acceptables doivent faire l'objet d'un accord entre l'anodiseur et le client.

L'évaluation de la résistance à l'usure peut être pertinente pour les produits régulièrement manipulés par les utilisateurs.

#### 14.7.10 Résistance à l'abrasion de surface

Non applicable.

#### 14.7.11 Microdureté

Non applicable.

#### 14.7.12 Résistance à la formation de criques par déformation

Sur demande du client, la résistance à la formation de criques par déformation des produits laminés anodisés doit être déterminée par la méthode spécifiée dans la section 9.8. La fréquence de l'essai et les limites acceptables doivent faire l'objet d'un accord entre l'anodiseur et le client.

Cet essai est pertinent pour les produits laminés qui sont déformés après l'anodisation.

#### 14.7.13 Solidité à la lumière

Sur demande du client, la solidité à la lumière des couches anodiques doit être déterminée par la méthode spécifiée dans la section 9.9.1. La fréquence de l'essai et les limites acceptables doivent faire l'objet d'un accord entre l'anodiseur et le client.

Remarque : il a été démontré que l'aluminium anodisé coloré par procédé électrolytique est conforme à la norme de solidité à la lumière.

Sur demande du client, la résistance au rayonnement ultraviolet des couches anodiques doit être déterminée par la méthode spécifiée dans la section 9.9.2. La fréquence de l'essai et les limites acceptables doivent faire l'objet d'un accord entre l'anodiseur et le client.

#### 14.7.14 Résistance au craquellement thermique

Sur demande du client, la résistance au craquellement thermique des produits anodisés doit être évaluée par la méthode indiquée section 9.13. La fréquence de l'essai et les limites acceptables doivent faire l'objet d'un accord entre l'anodiseur et le client. En l'absence d'accord, aucune craquelure ne doit être visible sur les couches anodiques traitées à une température du métal inférieure à 80 °C ou à 70°C, en fonction du procédé de colmatage, de l'épaisseur de la couche anodique et de la couleur.

#### 14.7.15 Continuité de la couche anodique

Sur demande du client, la continuité de la couche anodique des bandes anodisées en continu doit être déterminée par la méthode spécifiée dans la section 9.11. Après l'essai, l'examen visuel ne doit pas révéler de taches noires et/ou rougeâtres foncées sur la surface.

L'essai de continuité doit être effectué une fois par ligne d'anodisation de bandes en continu en service par jour.

#### 14.7.16 Tension de claquage

Non applicable.

#### 14.7.17 Masse par unité de surface

Non applicable.

#### 14.7.18 Rugosité

Non applicable.

#### 14.7.19 Essais de simulation d'utilisation

Sur demande du client, les produits anodisés doivent être évalués par un ou plusieurs essais indiqués par le client afin de simuler les conditions d'utilisation. La fréquence de l'essai et les limites acceptables doivent faire l'objet d'un accord entre l'anodiseur et le client.

### 14.8 Exigences concernant les procédés

#### 14.8.1 Prétraitement

L'anodiseur peut utiliser tout procédé qu'il estime approprié à l'obtention de la finition requise par le client. Ces procédés peuvent être mécaniques (grenailage, meulage, brossage, polissage, lustrage) ou chimiques (dégraissage, satinage, décapage, neutralisation).

#### 14.8.2 Anodisation

L'anodisation doit être réalisée avec des solutions à base d'acide sulfurique.

#### 14.8.3 Coloration

Les colorants et les procédés électrolytiques de coloration doivent être utilisés conformément aux instructions du fournisseur ou, en leur absence, aux instructions de travail de l'anodiseur.

#### 14.8.4 Colmatage

Tout procédé de colmatage peut être utilisé dans la mesure où la production qui en résulte répond aux exigences des présentes Directives.

#### 14.8.5 Colmatage hydrothermique

Pour le colmatage à chaud, la température ne doit pas être inférieure à 96 °C dix minutes après l'introduction de la charge à colmater.

Tout adjuvant (ex : agent anti-dépôt) doit être utilisé conformément aux instructions du fournisseur ou, en leur absence, aux instructions de travail de l'anodiseur.

#### 14.8.6 Colmatage à froid

Le colmatage à froid est un procédé de colmatage réalisé en utilisant une solution aqueuse à une température ne dépassant pas 35 °C.

Le procédé de colmatage à froid en deux étapes à base de solution de fluorure de nickel doit être utilisé conformément aux instructions écrites du fournisseur ou, en leur absence, aux instructions de travail de l'anodiseur. Voir les recommandations fournies dans la section 11.6.5.

### 14.8.7 Autres systèmes de colmatage

Les autres systèmes de colmatage, dont le colmatage à température moyenne, doivent être utilisés conformément aux instructions écrites du fournisseur ou, en leur absence, aux instructions de travail de l'anodiseur.

## 14.9 Contrôle des procédés

### 14.9.1 Satinage

Les bains de satinage doivent être analysés conformément aux instructions du fournisseur de décapants chimiques. En l'absence d'instructions pour les bains de satinage à base d'hydroxyde de sodium, des analyses d'hydroxyde de sodium libre, d'aluminium et, le cas échéant, de séquestrant doivent être effectuées. En l'absence d'instructions pour les bains de satinage acides, les analyses doivent respecter les instructions de travail de l'anodiseur. La fréquence minimale des analyses doit être de :

- une fois par bain par jour, pour trois équipes par jour ;
- une fois par bain tous les deux jours, pour deux équipes de 8h/jour ;
- une fois par bain tous les trois jours, pour une équipe de 8h/jour ;
- une fois par jour d'utilisation de la ligne si le bain est dans une ligne d'anodisation de bandes en continu.

La composition du bain doit être ajustée en fonction des résultats d'analyse.

La température de chaque bain de satinage doit être contrôlée à intervalles réguliers et au moins deux fois par équipe quand la ligne est en service. Elle doit être contrôlée au début du cycle de satinage.

### 14.9.2 Brillantage

Les bains de brillantage doivent être analysés conformément aux instructions du fournisseur de produits chimiques de brillantage. La fréquence minimale des analyses doit être de :

- une fois par bain par jour, pour trois équipes par jour ;
- une fois par bain tous les deux jours, pour deux équipes de 8h/jour ;
- une fois par bain tous les trois jours, pour une équipe de 8h/jour ;
- une fois par jour d'utilisation de la ligne si le bain est dans une ligne d'anodisation de bandes en continu.

La composition du bain doit être ajustée en fonction des résultats d'analyse.

La température de chaque bain de brillantage doit être contrôlée à intervalles réguliers et au moins deux fois par équipe quand la ligne est en service. Elle doit être contrôlée au début du cycle de brillantage.

### 14.9.3 Anodisation

Les bains d'anodisation doivent être analysés conformément aux instructions du fournisseur d'adjuvants d'anodisation. En l'absence d'instructions, des analyses d'acide sulfurique libre et d'aluminium dissous doivent être effectuées. La fréquence minimale des analyses doit être de :

- une fois par bain par jour, pour trois équipes par jour ;
- une fois par bain tous les deux jours, pour deux équipes de 8h/jour ;
- une fois par bain tous les trois jours, pour une équipe de 8h/jour ;
- une fois par jour d'utilisation de la ligne si le bain est dans une ligne d'anodisation de bandes en continu.

La composition du bain doit être ajustée en fonction des résultats d'analyse.

La température de chaque bain d'anodisation doit être contrôlée à intervalles réguliers et au moins deux fois par équipe quand la ligne est en service. Elle doit être contrôlée à la fin du cycle d'anodisation.

#### 14.9.4 Colmatage

Tous les bains de colmatage, dont les procédés à plusieurs étapes, doivent être analysés conformément aux instructions du fournisseur de produits chimiques de colmatage ou, en leur absence, aux instructions de travail de l'anodiseur.

Pour le colmatage à froid, les teneurs en fluorure libre et en nickel du bain doivent être contrôlées au moins :

- une fois par bain par jour, pour trois équipes par jour ;
- une fois par bain tous les deux jours, pour deux équipes de 8h/jour ;
- une fois par bain tous les trois jours, pour une équipe de 8h/jour;
- une fois par jour d'utilisation de la ligne si le bain est dans une ligne d'anodisation de bandes en continu.

La teneur en fluorure libre doit être analysée conformément aux instructions du fournisseur de produits chimiques de colmatage. La composition du bain doit être ajustée en fonction des résultats d'analyse.

Le pH de tous les bains de colmatage, dont les procédés à plusieurs étapes, doit être mesuré à intervalles réguliers et au moins deux fois par équipe quand la ligne est en service. La composition du bain doit être ajustée en fonction des résultats d'analyse.

La température de chaque bain de colmatage doit être contrôlée à intervalles réguliers et au moins deux fois par équipe quand la ligne est en service. Elle doit être contrôlée dix minutes après l'introduction de la charge et consignée.

#### 14.9.5 Stockage des produits

Avant et après l'anodisation, les produits en aluminium doivent être stockés dans un local séparé des dispositifs d'anodisation. Après l'anodisation, ils doivent être protégés contre la condensation et la salissure. Toute pièce anodisée en stock doit indiquer l'épaisseur de sa couche anodique.

### 14.10 Registre des contrôles de la production

#### 14.10.1 Enregistrement des contrôles

L'anodiseur doit disposer d'un dispositif de contrôle de la production fiable et contenant au moins les informations suivantes :

- Nom et adresse du client, numéro de commande ou du lot.
- Date de fabrication.
- Type d'anodisation (naturelle ou colorée).
- Classe d'épaisseur spécifiée et épaisseur réelle mesurée (valeurs minimales et maximales de l'épaisseur moyenne et de l'épaisseur locale).
- Résultats de l'essai de perte de masse.
- Résultats de l'évaluation des défauts visibles.
- Résultats de l'évaluation de l'état de surface et, s'il y a lieu, de la couleur.
- S'il y a lieu, résultats de l'essai à la goutte de colorant ou d'admittance.
- Résultats de tout autre essai requis par le client.
- Plan d'échantillonnage convenu. Voir 9.1
- Type d'éprouvettes d'essai pour les contrôles de la production. Voir 14.7.1
- Mesures prises à la suite de résultats non conformes.

Le registre doit comporter ce qui suit :

- Résultats des analyses et du suivi de la température des bains de satinage, et nombre d'équipes.

- Résultats des analyses et du suivi de la température des bains de brillantage, et nombre d'équipes.
- Résultats des analyses et du suivi de la température des bains d'anodisation, et nombre d'équipes.
- Nom et application des produits chimiques et processus brevetés utilisés, pour le colmatage par exemple.
- Résultats des analyses, du suivi de la température et du pH des bains de colmatage.

Toutes les informations doivent être aisément accessibles à l'inspecteur.

## 14.10.2 Traçabilité

L'anodiseur doit établir et tenir à jour des procédures d'identification de la production à partir de dessins, de spécifications ou autres documents pertinents au cours de toutes les phases de la production, de la livraison et de la pose. Les produits isolés ou les lots doivent être clairement identifiés. Cette identification doit être enregistrée dans le registre des contrôles.

## 14.11 Inspections

### 14.11.1 Dispositions générales

L'inspecteur effectue les inspections comme décrit chapitre 8, conformément aux exigences de la section 14.11. Afin d'éviter une inspection inutile, il est recommandé à l'anodiseur de prévenir le licencié général s'il craint de ne pas disposer de pièces en nombre suffisant pour les essais à certaines périodes.

### 14.11.2 Non-conformités

La liste des non-conformités pour l'anodisation décorative est la suivante :

- Résultat d'épaisseur de couche anodique non conforme. *Voir 14.11.4*
- Résultat d'essai de perte de masse non conforme. *Voir 14.11.4*
- Registre des contrôles de la production incomplet. *Voir 14.10*
- Utilisation d'une solution d'anodisation qui n'est pas à base d'acide sulfurique. *Voir 14.8.2*
- Absence d'appareil en état de marche pour les mesures d'épaisseur de couche anodique. *Voir 14.6*
- Absence d'appareil en état de marche ou des solutions requises pour l'essai de perte de masse. *Voir 14.6*
- Absence d'appareil en état de marche pour l'essai d'admittance ou des solutions requises pour l'essai d'admittance/à la goutte de colorant. *Voir 14.6*
- Absence d'un appareil en état de marche pour tout essai spécifié dans les Directives Qualanod et requis par le client. *Voir 14.6*

### 14.11.3 Repérage des pièces contrôlées par le contrôle de qualité interne

L'anodiseur doit indiquer à l'inspecteur Qualanod les pièces qui ont été évaluées conformes par le contrôle de qualité interne. La marchandise en stock, prête à l'expédition ou déjà emballée, est considérée comme ayant été contrôlée.

L'inspecteur ne contrôle pas les produits finis qui ne sont pas fabriqués conformément aux exigences des présentes Directives. Ces pièces doivent être clairement identifiées. L'inspecteur peut vérifier le type d'anodisation en examinant, par exemple, l'accord écrit entre l'anodiseur et le client.

#### 14.11.4 Contrôle de la production lors d'une inspection

L'inspection comprend au moins les contrôles de la production suivants :

- Épaisseur de la couche anodique
- Essai de perte de masse
- Essai à la goutte de colorant ou d'admittance (les essais d'admittance sont effectués dans les 48 heures qui suivent le colmatage)

L'épaisseur moyenne et l'épaisseur locale de la couche anodique doivent être mesurées sur produits finis en utilisant la méthode à courants de Foucault définie dans la norme ISO 2360 (voir 9.2). Elles ne peuvent être inférieures aux valeurs minimales pour la classe d'épaisseur spécifiée.

Les produits sont évalués par la méthode d'essai de perte de masse indiquée section 9.3.1 ou section 9.3.2, en fonction de la méthode utilisée par l'anodiseur pour le lot sélectionné. La perte de masse ne doit pas excéder 30 mg/dm<sup>2</sup>.

Les produits sont évalués par la méthode d'essai à la goutte de colorant indiquée section 9.3.3.

Les produits sont évalués par la méthode d'essai d'admittance indiquée section 9.3.4.

#### 14.11.5 Procédés

L'inspecteur vérifie que les procédés sont conformes aux exigences de la section 14.8. Il observe également le déroulement des analyses des bains afin de s'assurer qu'elles sont effectuées correctement.

## 15 Annexe - Anodisation dure

### 15.1 Introduction

Les chapitres 2 à 9 concernent des dispositions générales qui s'appliquent indépendamment du type d'anodisation. Ce qui suit est particulièrement important.

- Chapitre 6. Licence des anodiseurs.
- Chapitre 7. Règlement d'utilisation du label de qualité.
- Chapitre 8. Inspections.
- Chapitre 9. Méthodes de contrôle de la production.

### 15.2 Domaine d'application

Cette section précise les exigences concernant l'anodisation dure et les produits fabriqués par anodisation dure.

La norme ISO 7583 définit l'anodisation dure comme « anodisation visant à produire une couche d'oxydation anodique dont la principale caractéristique est sa résistance à l'usure ou sa microdureté élevée ».

Les produits fabriqués par anodisation dure sont semblables à certains de ceux de l'anodisation industrielle, mais avec des exigences de qualité plus élevées, particulièrement de résistance à l'usure.

### 15.3 Label de qualité

L'utilisation du label de qualité doit être conforme aux exigences du chapitre 7.

### 15.4 Accords clients

#### 15.4.1 Informations à fournir par le client

Les informations suivantes, si adaptées, doivent être fournies par le client à l'anodiseur, si nécessaire en collaboration avec le fournisseur d'aluminium et/ou l'anodiseur:

- la spécification de l'aluminium à anodiser (alliage et trempe)
- une indication de la(des) surface(s) significative(s) de la pièce à anodiser
- le plan d'échantillonnage pour les essais d'acceptation (voir 9.1)
- la classe d'épaisseur de couche anodique requise
- les tolérances dimensionnelles initiales et finales. Le client peut indiquer si elles ne sont pas requises ou si elles prévalent sur l'épaisseur de couche demandée
- la position préférentielle et la taille maximale des marques de contact
- toute exigence particulière concernant la préparation de la surface, ex. : grenailage, satinage, meulage
- toute exigence particulière concernant le post-traitement, ex. : imprégnation, meulage, colmatage
- toute autre caractéristique particulière requise, telle que la résistance à la corrosion, la tension de claquage et l'isolation électrique

#### 15.4.2 L'aluminium à anodiser

Les recommandations concernant le choix de l'alliage sont exposées dans le chapitre 11.

#### 15.4.3 Surfaces significatives

Les surfaces significatives sont indiquées de préférence par des dessins ou par des échantillons marqués de façon appropriée ; dans certains cas, il peut y avoir des exigences différentes de finition sur diverses parties de la(des) surface(s) significative(s). Il peut s'avérer

nécessaire de masquer certaines parties afin de permettre la réalisation d'exigences différentes.

#### 15.4.4 Classes d'épaisseur

Des recommandations figurent au chapitre 11.

#### 15.4.5 Tolérances dimensionnelles finales

L'anodisation provoque une augmentation des dimensions d'une pièce, représentant environ 50 % de l'épaisseur de la couche anodique pour chaque surface anodisée.

#### 15.4.6 Préparation de la surface

La norme ISO 7599 comprend un système de désignation de la préparation de surface.

#### 15.4.7 Couleur

Non applicable.

### 15.5 Réclamations

Les clients doivent adresser par écrit leurs réclamations aux anodiseurs. L'anodiseur doit tenir un registre des réclamations qui mentionne les mesures prises pour leur traitement.

### 15.6 Laboratoire et équipement de contrôle

#### 15.6.1 Laboratoire

Le laboratoire doit être situé dans une pièce dédiée et séparée des autres dispositifs. Des conditions adaptées doivent être maintenues pour la réalisation des essais.

#### 15.6.2 Équipement de contrôle

##### 15.6.2.1 Dispositions générales

Les appareils doivent être conformes aux exigences des normes ISO se rapportant aux essais effectués. Ils doivent être en état de marche et posséder une fiche de suivi indiquant leur numéro d'identification et les contrôles d'étalonnage. Les modalités de fonctionnalité sont indiquées dans les sections 9.2, 9.3 et 9.14.

##### 15.6.2.2 Équipement pour le contrôle de la production

Pour mesurer l'épaisseur, l'anodiseur doit avoir au moins deux appareils à courants de Foucault ou un appareil à courants de Foucault et un microscope à coupe optique (9.2).

Il doit disposer de l'équipement nécessaire à la mesure de la résistance à l'usure. (9.6.2, 9.6.3, 9.6.5)

Si l'anodiseur ne dispose pas en interne de certains appareils nécessaires aux contrôles de la production requis par le client ou décrits dans la section 15.7, il doit pouvoir y avoir accès. Tout organisme mandaté pour effectuer un essai doit satisfaire aux exigences applicables de l'ISO/IEC 17025.

##### 15.6.2.3 Équipement pour le contrôle des bains

L'anodiseur doit être équipé d'un pH-mètre et de deux solutions tampons.

### 15.7 Contrôles de la production effectués par l'anodiseur

Comme indiqué ci-après, certains essais ne s'appliquent pas à l'anodisation dure.

### 15.7.1 Essais obligatoires

En fonction des produits fabriqués, l'anodiseur doit contrôler la qualité de sa production par les essais suivants (détails ci-après) :

- Épaisseur de la couche anodique
- Évaluation des défauts visibles
- Résistance à l'usure
- Tolérances dimensionnelles finales, si requis par le client

De plus, l'anodiseur doit effectuer tous les essais requis par le client et décrits ci-après.

Il existe plusieurs possibilités pour prélever les éprouvettes. L'anodiseur doit retenir une des options listées ci-dessous, rangées de 1 à 3 par ordre à privilégier. Les circonstances qui pourraient amener l'anodiseur à adopter l'option 2 ou 3 comprennent celles où : i) il n'est pas possible de prélever des éprouvettes du lot de production en raison de la forme, de la taille ou de l'encombrement du produit ; ii) plusieurs lots d'alliages différents sont traités ensemble ; iii) le lot ne comprend qu'une pièce.

- 1) Les éprouvettes doivent être prélevées sur le lot de production.
- 2) Les éprouvettes d'essai doivent être du même alliage que les pièces de production et traitées en même temps qu'elles.
- 3) Les éprouvettes d'essai peuvent être d'un alliage différent de celui des pièces de production mais elles doivent être traitées en même temps qu'elles. L'alliage doit contenir au moins 97 % d'aluminium. Si l'anodiseur adopte fréquemment cette option, il lui est recommandé de toujours utiliser le même alliage afin de pouvoir établir des enregistrements cohérents.

La pratique adoptée doit être consignée dans le registre des contrôles de la production.

L'anodiseur doit répondre aux exigences des normes définissant les essais qu'il pratique. Les normes internationales concernées sont identifiées dans le chapitre 4.

### 15.7.2 Épaisseur

Les mesures de l'épaisseur doivent être réalisées par la méthode indiquée section 9.2.

Lorsqu'une épaisseur nominale inférieure ou égale à 50  $\mu\text{m}$  est spécifiée, aucune pièce ne doit avoir une épaisseur moyenne de  $\pm 20\%$  de l'épaisseur nominale. Lorsqu'une épaisseur nominale supérieure à 50  $\mu\text{m}$  est spécifiée, aucune pièce ne doit avoir une épaisseur moyenne de  $\pm 10\%$  par rapport à l'épaisseur nominale.

Dans le cas où la mesure de l'épaisseur est requise par le client, elle doit être effectuée lors d'un essai d'acceptation. Le client doit indiquer le plan d'échantillonnage à utiliser ou préciser qu'aucun plan d'échantillonnage n'est requis.

En l'absence d'instructions du client sur l'échantillonnage, les mesures d'épaisseur de la couche anodique doivent être effectuées sur produits finis au moins une fois par barre d'anode. Il est recommandé de contrôler l'épaisseur de la couche avant la coloration et le colmatage.

Les valeurs minimales et maximales des épaisseurs moyennes et locales doivent être enregistrées dans le registre des contrôles de la production.

### 15.7.3 Tolérances dimensionnelles

Le cas échéant, la mesure des dimensions finales doit être effectuée lors d'un essai d'acceptation.

#### 15.7.4 Qualité du colmatage

Non applicable.

##### 15.7.4.1 Essai de perte de masse

Non applicable.

##### 15.7.4.2 Essai à la goutte de colorant

Non applicable.

##### 15.7.4.3 Essai d'admittance

Non applicable.

#### 15.7.5 Défauts visibles

Les pièces doivent être examinées visuellement, conformément à la section 9.4.1. La surface significative doit être complètement anodisée. L'aspect visuel doit être essentiellement uniforme, sans écaillage, cloque ou zones poudreuses (brûlées). Les craquelures ou les microfissures ne sont normalement pas un motif de rejet.

#### 15.7.6 État de surface et couleur

Non applicable.

#### 15.7.7 Propriétés de réflexion de la lumière

Non applicable.

#### 15.7.8 Résistance à la corrosion

Sur demande du client, la résistance à la corrosion doit être évaluée par la méthode d'essai au brouillard salin neutre spécifiée dans la section 9.5. La durée de l'essai doit être de 336 heures.

Après avoir subi l'essai, une éprouvette présentant une épaisseur de couche anodique de 50 µm ne doit montrer aucune piqûre de corrosion, à l'exception de celles situées à moins de 1,5 mm des traces de pinces et des angles.

Cet essai s'applique uniquement aux couches anodiques colmatées.

#### 15.7.9 Résistance à l'usure

La résistance à l'usure des couches anodiques doit être évaluée par une des méthodes d'essai : méthode à la roue abrasive (section 9.6.2.), méthode au jet abrasif (section 9.6.3) ou méthode Taber (section 9.6.5.). Le choix de la méthode et la méthode d'essai doivent être conforme à la norme ISO 10074.

Le délai entre l'anodisation et l'essai doit être de 24 h minimum. Entre temps, les pièces contrôlées doivent être entreposées dans l'environnement d'essais.

Le nombre de doubles courses effectuées lors de l'essai à la roue abrasive doit être de 800 à 100.

La fréquence de l'essai doit faire l'objet d'un accord entre l'anodiseur et le client.

La résistance spécifique moyenne relative à l'abrasion de la méthode à la roue abrasive et de la méthode au jet abrasif doit être supérieure à 80 %.

La perte de masse de la méthode Taber ne doit pas être supérieure à 15 mg.

#### 15.7.10 Résistance à l'abrasion de surface

Non applicable.

#### 15.7.11 Microdureté

Sur demande du client, la microdureté des couches anodiques doit être déterminée par la méthode de microdureté Vickers indiquée section 9.7. La charge d'essai doit être 0.49 N.

La fréquence de l'essai et les limites acceptables doivent faire l'objet d'un accord entre l'anodiseur et le client. En l'absence d'accord, les critères suivants s'appliquent. La valeur de microdureté,  $H_v 0,05$ , des couches anodiques moins épaisses que 50  $\mu\text{m}$  ne doit pas être inférieure à 400. La valeur de microdureté,  $H_v 0,05$ , des couches anodiques plus épaisses que 50  $\mu\text{m}$  ne doit pas être inférieure à 350.

#### 15.7.12 Résistance à la formation de criques par déformation

Non applicable.

#### 15.7.13 Solidité à la lumière

Non applicable.

#### 15.7.14 Résistance au craquellement thermique

Non applicable.

#### 15.7.15 Continuité de la couche anodique

Non applicable.

#### 15.7.16 Tension de claquage

Sur demande du client, la tension de claquage de la couche anodique doit être déterminée par la méthode spécifiée dans la section 9.10.

La fréquence de l'essai et les limites acceptables doivent faire l'objet d'un accord entre l'anodiseur et le client. En l'absence d'accord, les couches anodiques épaisses de 50  $\mu\text{m}$  doivent avoir une tension de claquage minimale de 1200 V. La moyenne de dix mesures doit être réalisée pour obtenir ces valeurs.

Cette méthode ne s'applique pas aux couches anodiques non colmatées.

#### 15.7.17 Masse par unité de surface

Sur demande du client, la masse surfacique de la couche anodique doit être déterminée par la méthode spécifiée dans la section 9.12.

La fréquence de l'essai et les limites acceptables doivent faire l'objet d'un accord entre l'anodiseur et le client. En l'absence d'accord, la masse surfacique doit être d'au moins 1100  $\text{mg}/\text{dm}^2$  pour une couche anodique non colmatée d'une épaisseur de 50  $\mu\text{m}$ , ou l'équivalent pour les couches d'épaisseurs différentes.

#### 15.7.18 Rugosité

Sur demande du client, la méthode, la fréquence de l'essai et les limites acceptables doivent faire l'objet d'un accord entre l'anodiseur et le client.

#### 15.7.19 Essais de simulation d'utilisation

Sur demande du client, les produits anodisés doivent être évalués par un ou plusieurs essais indiqués par le client afin de simuler les conditions d'utilisation. La fréquence de l'essai et les limites acceptables doivent faire l'objet d'un accord entre l'anodiseur et le client.

## 15.8 Exigences concernant les procédés

### 15.8.1 Prétraitement

L'anodiseur peut utiliser tout procédé qu'il estime approprié à l'obtention de la finition requise par le client. Ces procédés peuvent être mécaniques (grenailage, meulage, brossage, polissage, lustrage) ou chimiques (dégraissage, satinage, décapage, neutralisation).

### 15.8.2 Anodisation

L'anodisation doit être réalisée avec des solutions à base d'acide sulfurique.

### 15.8.3 Coloration

Non applicable.

### 15.8.4 Colmatage

Non applicable.

### 15.8.5 Colmatage hydrothermique

Non applicable.

### 15.8.6 Colmatage à froid

Non applicable.

### 15.8.7 Autres systèmes de colmatage

Non applicable.

## 15.9 Contrôle des procédés

### 15.9.1 Satinage

Non applicable.

### 15.9.2 Brillantage

Non applicable.

### 15.9.3 Anodisation

Les bains d'anodisation doivent être analysés conformément aux instructions du fournisseur d'adjuvants d'anodisation. En l'absence d'instructions, des analyses d'acide sulfurique libre et d'aluminium dissous doivent être effectuées. La fréquence minimale des analyses doit être de :

- une fois par bain par jour, pour trois équipes par jour ;
- une fois par bain tous les deux jours, pour deux équipes de 8h/jour ;
- une fois par bain tous les trois jours, pour une équipe de 8h/jour.

La composition du bain doit être ajustée en fonction des résultats d'analyse.

La température de chaque bain d'anodisation doit être contrôlée à intervalles réguliers et au moins deux fois par équipe quand la ligne est en service. Elle doit être contrôlée à la fin du cycle d'anodisation.

### 15.9.4 Colmatage

Non applicable.

### 15.9.5 Stockage des produits

Avant et après l'anodisation, les produits en aluminium doivent être stockés dans un local séparé des dispositifs d'anodisation. Après l'anodisation, ils doivent être protégés contre la condensation et la salissure.

## 15.10 Registre des contrôles de la production

### 15.10.1 Enregistrement des contrôles

L'anodiseur doit disposer d'un dispositif de contrôle de la production fiable et contenant au moins les informations suivantes :

- Nom et adresse du client, numéro de commande ou du lot.
- Date de fabrication.
- Épaisseur de couche anodique requise et mesure de l'épaisseur réelle (valeurs minimales et maximales de l'épaisseur moyenne).
- Résultats de l'évaluation des défauts visibles.
- Tolérances dimensionnelles finales (sur demande du client).
- Résultats de l'essai de résistance à l'usure.
- Résultats de tout autre essai requis par le client.
- Plan d'échantillonnage convenu. Voir 9.1
- Type d'éprouvettes d'essai pour les contrôles de la production. Voir 15.7.1
- Mesures prises à la suite de résultats non conformes.

Le registre doit comporter ce qui suit.

- Résultats des analyses et du suivi de la température des bains d'anodisation, et nombre d'équipes.
- Nom et application des produits chimiques et processus brevetés utilisés, pour le colmatage par exemple.

Toutes les informations doivent être aisément accessibles à l'inspecteur.

### 15.10.2 Traçabilité

L'anodiseur doit établir et tenir à jour des procédures d'identification de la production à partir de dessins, de spécifications ou autres documents pertinents au cours de toutes les phases de la production, de la livraison et de la pose. Les produits isolés ou les lots doivent être clairement identifiés. Cette identification doit être enregistrée dans le registre des contrôles.

## 15.11 Inspections

### 15.11.1 Dispositions générales

L'inspecteur effectue les inspections comme décrit chapitre 8, conformément aux exigences de la section 15.11. Afin d'éviter une inspection inutile, il est recommandé à l'anodiseur de prévenir le licencié général s'il craint de ne pas disposer de pièces en nombre suffisant pour les essais à certaines périodes.

### 15.11.2 Non-conformités

La liste des non-conformités pour l'anodisation dure est la suivante :

- Résultat de l'épaisseur de couche anodique non conforme (sauf si les tolérances dimensionnelles prévalent). Voir 15.11.4
- Registre des contrôles de la production incomplet. Voir 15.10
- Utilisation d'une solution d'anodisation qui n'est pas à base d'acide sulfurique. Voir 15.8.2

- Absence d'appareil en état de marche pour les mesures d'épaisseur de couche anodique. *Voir 15.6*
- Absence d'appareil en état de marche pour l'essai de résistance à l'usure. *Voir 15.6*
- Absence d'un appareil en état de marche pour tout essai spécifié dans les Directives Qualanod et requis par le client. *Voir 15.6*

### 15.11.3 Repérage des pièces contrôlées par le contrôle de qualité interne

L'anodiseur doit indiquer à l'inspecteur Qualanod les pièces qui ont été évaluées conformes par le contrôle de qualité interne. La marchandise en stock, prête à l'expédition ou déjà emballée, est considérée comme ayant été contrôlée.

L'inspecteur ne contrôle pas les produits finis qui ne sont pas fabriqués conformément aux exigences des présentes Directives. Ces pièces doivent être clairement identifiées. L'inspecteur peut vérifier le type d'anodisation en examinant, par exemple, l'accord écrit entre l'anodiseur et le client.

### 15.11.4 Contrôle de la production lors d'une inspection

L'inspection comprend au moins le contrôle de la production suivant :

- Épaisseur de la couche anodique

Les épaisseurs moyennes de la couche anodique sont mesurées sur produits finis en utilisant la méthode à courants de Foucault définie dans la norme ISO 2360 (voir 9.2). Elles ne peuvent être inférieures aux valeurs limites pour l'épaisseur nominale spécifiée (voir 8.3.6).

### 15.11.5 Procédés

L'inspecteur vérifie que les procédés sont conformes aux exigences de la section 15.8. Il observe également le déroulement des analyses des bains afin de s'assurer qu'elles sont effectuées correctement.