



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

Edition
01.01.2021

Mise à jour le 28.10.2020 ; applicable le 1^{er} janvier 2021

Cette édition remplace l'édition précédente (01.01.2020)
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

*Ce document interne à l'ADAL est la traduction du document en langue anglaise
qui fait foi en cas de doute.*



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

Internet : www.qualanod.net
E-Mail : monica.gerber@arco.swiss Tél. : +41 (0)43 305 09 70



SOMMAIRE

SOMMAIRE	2
1 Introduction.....	5
2 Portée	6
3 Langue.....	6
4 Références	6
5 Termes et définitions.....	8
6 Licence des anodiseurs	11
6.1 Dispositions générales.....	11
6.2 Attribution d'une licence.....	12
6.3 Renouvellement d'une licence	14
6.4 Annulation d'une licence	15
6.5 Changement de produits sous licence	15
7 Règlement relatif à l'emploi du label de qualité.....	16
7.1 Propriété de la marque	16
7.2 Registre des titulaires de licence.....	16
7.3 Admissibilité des requérants	16
7.4 Produits visés par la licence.....	16
7.5 Emploi du label de qualité par les titulaires de licence	16
7.6 Notifications	18
8 Inspections.....	19
8.1 Dispositions générales.....	19
8.2 Portée des inspections.....	19
8.3 Contrôle de la production	19
8.4 Contrôle des procédés.....	22
9 Méthodes de contrôle de la production.....	23
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 électrique de claquage	27
9.11	Continuité du revêtement.....	28
9.12	Masse par unité de surface.....	28
9.13	Résistance au craquellement thermique	28
9.14	Récapitulatif des essais de production selon les différents types d'anodisation.....	28
10	Agrément pour les nouveaux procédés	30
11	Informations sur les produits et les procédés	31
11.1	Dispositions générales.....	31
11.2	L'aluminium à anodiser	31
11.3	Épaisseur des couches anodiques.....	33
11.4	Aspect.....	34
11.5	Équipement des installations d'anodisation.....	34
11.6	Procédés des installations d'anodisation.....	36
11.7	Nettoyage et entretien.....	44
12	Annexe – Anodisation architecturale	46
12.1	Introduction.....	46
12.2	Domaine d'application.....	46
12.3	Label de qualité	46
12.4	Contrats avec les clients	46
12.5	Réclamations.....	47
12.6	Laboratoire et appareillage	47
12.7	Contrôle de la production par le licencié	48
12.8	Exigences concernant les procédés.....	52
12.9	Méthodes pour le contrôle des procédés	53
12.10	Registre de contrôle de la production.....	54
12.11	Inspections	55
13	Annexe - Anodisation industrielle	57
13.1	Introduction.....	57
13.2	Domaine d'application.....	57
13.3	Label de qualité	57
13.4	Contrats avec les clients	57
13.5	Réclamations.....	59

13.6	Laboratoire et appareillage	59
13.7	Contrôle de la production par le licencié	60
13.8	Exigences concernant les procédés.....	64
13.9	Méthodes pour le contrôle des procédés	65
13.10	Registre de contrôle de la production.....	66
13.11	Inspections	67
14	Annexe - Anodisation décorative.....	69
14.1	Introduction	69
14.2	Domaine d'application.....	69
14.3	Label de qualité	69
14.4	Contrats avec les clients	69
14.5	Réclamations	70
14.6	Laboratoire et appareillage	70
14.7	Contrôle de la production par le licencié	71
14.8	Exigences concernant les procédés.....	75
14.9	Méthodes pour le contrôle des procédés	76
14.10	Registre de contrôle de la production.....	77
14.11	Inspections	78
15	Annexe - Anodisation dure.....	80
15.1	Introduction	80
15.2	Domaine d'application.....	80
15.3	Label de qualité	80
15.4	Contrats avec les clients	80
15.5	Réclamations	81
15.6	Laboratoire et appareillage	81
15.7	Contrôle de la production par le licencié	81
15.8	Exigences concernant les procédés.....	85
15.9	Méthodes pour le contrôle des procédés	85
15.10	Registre de contrôle de la production.....	86
15.11	Inspections	86

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 licenciés et les futurs licenciés devront scrupuleusement respecter. Elles fournissent également des recommandations destinées aux licenciés, ainsi que des informations importantes sur les actions que mènent les titulaires de licence générale, les organismes de contrôle, les inspecteurs et Qualanod. Qualanod autorise les titulaires de licence générale à octroyer l'utilisation du label de qualité Qualanod aux installations d'anodisation. Les titulaires de licence générale règlementent également les organismes de contrôle.

Les présentes Directives sont conformes à la norme ISO 7599, une méthode de spécification pour l'anodisation décorative et protectrice dont l'anodisation architecturale, sauf mention contraire, et aux exigences de la norme ISO 10074, une 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 chaque licencié, dont les procédures d'attribution de licence, les inspections, l'utilisation du label de qualité et les exigences pour les essais de performance des produits. Les présentes Directives fournissent également des indications et des recommandations pour les produits et les procédés.

Chaque annexe identifie un type d'anodisation spécifique (voir également 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 s'informer sur la manière de se conformer aux exigences des présentes Directives, un licencié doit se référer aux annexes correspondant aux produits visés par sa licence.

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

- I - L'utilisation du logo Qualanod par des tiers
- II - Procédure d'inspection des installations des sous-licenciés
- III - Procédure pour les demandes de sous-licences
- IV - Procédure de renouvellement d'une sous-licence
- V - Procédure de retrait d'une sous-licence
- VI - Procédure d'agrément des nouveaux procédés
- VII - Procédure d'évaluation des résultats d'une inspection
- VIII - Procédure d'inspection à distance

2 Portée

Les présentes Directives fixent les exigences pour l'anodisation sulfurique et les produits créés 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 s'appliquent pas à :

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

3 Langue

La version officielle des présentes Directives est la version en langue anglaise.

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

Les formes verbales suivantes indiquent des exigences à suivre scrupuleusement afin de se conformer aux présentes Directives et pour lesquelles aucun écart n'est permis :

- doit
- ne doit pas

Les formes verbales suivantes indiquent que, entre plusieurs possibilités, l'une est particulièrement appropriée sans pour autant exclure les autres, qu'une certaine manière de faire est préférée sans être nécessairement exigée, ou encore (à la forme négative) qu'une certaine possibilité est déconseillée mais pas interdite :

- il convient de
- il convient de ne pas

Les formes verbales suivantes indiquent une manière de faire autorisée dans les limites des présentes Directives :

- pourrait
- n'est pas obligatoire

Les formes verbales suivantes sont utilisées pour exprimer des possibilités ou des éventualités soit matérielles, soit physiques, soit causales :

- peut
- ne peut pas

4 Références

Les références indiquées ci-après peuvent être importantes pour l'application des présentes Directives. Dans le cas des références datées, seule l'édition mentionnée est valable. Pour les références non datées, la dernière édition de la publication indiquée (y compris toute modification) est valable.

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, ainsi que dans les normes ISO 7583 et ISO 10074, 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, émises régulièrement par Qualanod.

5.6

essai d'acceptabilité de lot

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

5.7

label de qualité

label

Programme de certification Qualanod, incluant ses logos.

5.8

logo

Création appartenant à l'Association pour les contrôles de qualité dans l'industrie de l'oxydation anodique (Qualanod) à Zurich.

Note 1: Il existe cinq logos qui sont présentés au chapitre 7 des présentes Directives.

5.9

lot

Pièces d'alliage et de trempe 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

Organisation accréditée selon la norme ISO/IEC 17025 pour les essais indiqués par Qualanod et chargée par un licencié général du contrôle des installations d'anodisation des licenciés.

Remarque : Les inspecteurs sont nommés par les organismes de contrôle ou par les 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 le licencié peut utiliser le label de qualité.

5.12

Qualanod

« Association pour les contrôles de qualité dans l'industrie de l'oxydation anodique » basée à 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

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

5.15

titulaire de licence générale

licencié général

LG

Organisation pouvant octroyer des sous-licences Qualanod à des installations d'anodisation.

Remarque : ces organisations incluent 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 anodiseurs

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 licenciés ou futurs licenciés.

Les licenciés généraux agissent 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 de solutions et/ou les essais sur les produits finis soient effectués correctement. Par conséquent, il convient que le personnel de l'installation, y compris les employés du titulaire de licence et les sous-traitants responsables de toute analyse ou essai, ait reçu une formation adéquate.

6.1.2 Produits sous licence

La licence Qualanod désigne les produits sous licence pour lesquels l'installation d'anodisation 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 émet les certificats identifiant les produits sous licence.

6.1.3 Inspections

Lors d'un renouvellement ou d'une attribution de licence Qualanod, une installation d'anodisation est inspectée afin de déterminer sa conformité aux présentes Directives. Lors d'une inspection, l'inspecteur contrôle chaque produit sous licence pour lequel l'installation d'anodisation souhaite utiliser le label. La visite d'inspection peut être entièrement satisfaisante, entièrement non satisfaisante, ou partiellement satisfaisante si elle est satisfaisante pour certains des produits sous licence seulement.

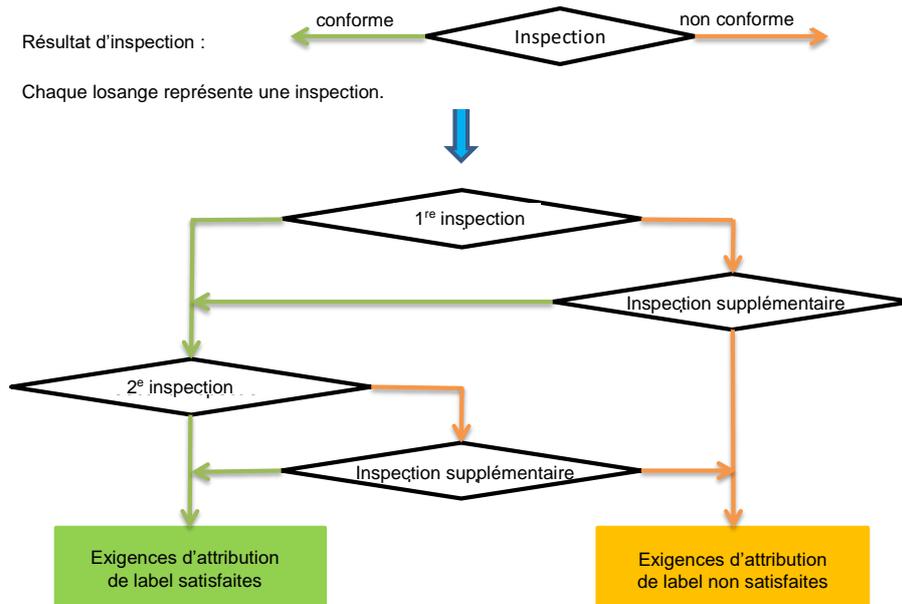
Une inspection identifie les non-conformités et les points à surveiller. Pour chaque type d'anodisation, la liste des non-conformités se trouve dans l'annexe correspondante des présentes Directives.

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

Un point à surveiller est le non-respect d'une exigence des présentes Directives ne figurant pas dans la liste des non-conformités. Si un ou plusieurs points à surveiller sont détectés lors d'une inspection, ils sont alors 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 si le licencié 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

Si le licencié général décide que l'inspection d'une installation d'anodisation n'est pas entièrement satisfaisante, l'installation a la possibilité de lui adresser un recours. L'installation doit introduire son recours dans les dix jours qui suivent la réception de la notification de décision du licencié général. Si l'installation n'est pas satisfaite du résultat du recours, elle peut adresser un recours à Qualanod. La décision de Qualanod est irrévocable.

6.2 Attribution d'une licence

6.2.1 Demande

Si une installation d'anodisation qui ne détient pas encore de licence Qualanod souhaite en solliciter une, elle doit formuler une demande écrite à un licencié général.

Le licencié général est en principe l'association nationale correspondante, mais il peut être une autre organisation disposant du pouvoir d'attribuer des licences. Le licencié général désigne l'organisme de contrôle en charge des visites d'inspection ou, si le licencié général est accrédité selon la norme ISO/IEC 17065, il peut directement nommer l'inspecteur.

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

Si une installation d'anodisation qui détient déjà une licence Qualanod souhaite utiliser le label pour un autre ou plusieurs autres produits sous licence, elle doit formuler une demande écrite à un licencié général. La procédure d'attribution de licence décrite ci-dessous s'applique alors.

6.2.2 Inspections d'attribution

Les inspections des installations d'anodisation sont effectuées conformément au schéma A. Pour chaque produit sous licence, quatre inspections maximum sont autorisées avant que la décision d'attribution soit rendue. Si une installation d'anodisation souhaite labelliser plus d'un produit sous licence, la visite d'inspection peut concerner tous les produits simultanément.

Il n'est pas nécessaire que chaque produit sous licence soit traité lors d'une visite distincte.

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

L'inspecteur consigne les résultats de chaque visite d'inspection dans un rapport d'inspection établi par Qualanod. À la fin de la visite d'inspection, les conclusions de l'inspecteur sont signées à la fois par l'inspecteur et par l'installation d'anodisation qui peut ajouter ses propres commentaires. Le rapport d'inspection est alors adressé au titulaire de la licence générale.

6.2.3 Évaluation des résultats des visites d'inspection

Le licencié général examine les résultats des rapports d'inspection et décide de leur conformité. Il peut prendre conseil auprès de Qualanod afin de parvenir à sa décision. À la suite de sa décision, le licencié général envoie à l'installation d'anodisation :

1. une copie du rapport d'inspection ;
2. la notification de sa décision ;
3. une justification complète des conclusions, si les résultats de l'inspection ne sont pas jugés entièrement satisfaisants.

À la suite d'une visite d'inspection non satisfaisante ou partiellement satisfaisante, une autre visite d'inspection peut avoir lieu, dès lors que l'installation d'anodisation a notifié au licencié général que les non-conformités relevées ont été éliminées. Le licencié général informe l'organisme de contrôle de la réception de la notification ou, si le licencié général est accrédité selon la norme ISO/IEC 17065, il en informe l'inspecteur.

À la suite d'une visite d'inspection non satisfaisante ou partiellement satisfaisante, l'installation d'anodisation peut retirer un ou plusieurs produits sous licence de sa demande. Dans ce cas, elle doit en aviser le licencié général par écrit. Le licencié général en informe l'organisme de contrôle ou, si le licencié général est accrédité selon la norme ISO/IEC 17065, l'inspecteur.

6.2.4 Attribution d'une licence

Un licencié général peut attribuer une licence à une installation d'anodisation si deux inspections au moins sont satisfaisantes, pour chaque produit sous licence pour lequel l'installation souhaite utiliser le label. Lorsqu'une licence est attribuée, le licencié général et l'installation d'anodisation signent le contrat fourni par Qualanod.

En cas de non-attribution de la licence, l'installation d'anodisation ne doit pas formuler de nouvelle demande de licence avant au moins six mois. En cas de non-attribution pour l'un des

produits sous licence, l'installation d'anodisation ne doit pas formuler de nouvelle demande de licence concernant 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 une installation d'anodisation ne veut pas que sa licence soit renouvelée pour un ou plusieurs produits sous licence, elle doit en aviser le licencié général par écrit.

6.3.2 Inspections de routine

Les inspections des installations d'anodisation sont effectuées conformément au schéma A. Pour chaque produit sous licence, quatre inspections maximum par année civile (du 1^{er} janvier au 31 décembre) sont autorisées avant que la décision soit rendue. Si une installation d'anodisation souhaite renouveler sa licence pour plus d'un produit sous licence, la visite d'inspection peut concerner tous les produits simultanément. **Il n'est pas nécessaire que chaque produit sous licence soit traité lors d'une visite distincte.**

Les visites d'inspection sont effectuées de manière inopinée, sauf si Qualanod délivre une autorisation spéciale.

L'inspecteur consigne les résultats de chaque visite d'inspection dans un rapport d'inspection établi par Qualanod. À la fin de la visite d'inspection, les conclusions de l'inspecteur sont signées à la fois par l'inspecteur et par l'installation d'anodisation qui peut ajouter ses propres commentaires. Le rapport d'inspection est alors adressé au titulaire de la licence générale.

6.3.3 Évaluation des résultats des visites d'inspection

Le licencié général examine les résultats des rapports d'inspection et décide de leur conformité. Il peut prendre conseil auprès de Qualanod afin de parvenir à une décision. À la suite de sa décision, le licencié général envoie à l'installation d'anodisation :

1. une copie du rapport d'inspection ;
2. la notification de sa décision ;
3. si les résultats de l'inspection ne sont pas jugés entièrement satisfaisants, une justification complète des conclusions.

À la suite d'une visite d'inspection de routine non satisfaisante ou partiellement satisfaisante, une visite d'inspection supplémentaire est effectuée dans les deux mois suivant la réception de la notification émanant du licencié général à destination de l'installation d'anodisation.

À la suite d'une visite d'inspection non satisfaisante ou partiellement satisfaisante, l'installation d'anodisation peut décider de retirer un ou plusieurs produits sous licence de sa demande de renouvellement. Dans ce cas, elle doit en aviser le licencié général par écrit. Le licencié général en informe l'organisme de contrôle ou, si le licencié général est accrédité selon la norme ISO/IEC 17065, l'inspecteur.

6.3.4 Attribution d'une licence

Un licencié général peut renouveler une licence à une installation d'anodisation si deux inspections par année civile au moins sont satisfaisantes, pour chaque produit sous licence pour lequel l'installation souhaite utiliser le label. Dans le cas contraire, le comité exécutif de

Qualanod, ou le licencié général disposant de l'accréditation ISO/IEC 17065, prend une décision. La validité d'une licence pour une année donnée est établie sur la base des résultats d'inspection de l'année précédente.

En cas de non-renouvellement de la licence, l'installation d'anodisation ne peut pas formuler de nouvelle demande de licence avant au moins six mois. En cas de non-renouvellement pour l'un des produits sous licence, l'installation d'anodisation ne peut pas formuler de nouvelle demande de licence concernant ce produit avant au moins six mois.

6.4 Annulation d'une licence

Si le titulaire ne se conforme plus au Règlement, notamment s'il s'est rendu coupable d'utilisation non autorisée ou incorrecte du label de qualité, le licencié général lui retire sa licence.

Lorsque la licence d'une installation d'anodisation ne peut être renouvelée, tel qu'indiqué ci-dessus, le licencié général peut l'annuler.

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

Lorsque le licencié général retire une licence à une installation d'anodisation, il l'en avise immédiatement par écrit. L'annulation prend effet à la date de réception de la notification.

Dans le cas d'un retrait de licence ou si le licencié cesse ses activités, toutes les étiquettes, bandes, stencils, tampons, films, récipients, prix courants, cartes, avis commerciaux et autres objets sur lesquels le label de qualité est apposé, doivent être remis au licencié général ou, sur la demande de ce dernier, être tenus à sa disposition jusqu'à ce qu'une nouvelle licence soit demandée par le représentant légal ou le successeur du licencié précédent. La licence initiale est considérée comme annulée aussi longtemps qu'une nouvelle licence n'a pas été accordée. Toutefois dans l'intervalle, le représentant légal ou le successeur du licencié précédent est en droit de continuer à utiliser le label pendant trois mois, sauf instructions contraires émises par le licencié général.

Lorsqu'une licence est retirée, l'installation d'anodisation ne peut pas formuler de nouvelle demande de licence avant au moins six mois.

Dans la conduite de leurs opérations, les titulaires de licence doivent respecter les lois nationales en vigueur. Dans le cas contraire, Qualanod peut annuler la licence du titulaire en cause (afin de protéger l'image de Qualanod et/ou en raison de principes d'équité).

6.5 Changement de produits sous licence

Si, comme décrit ci-dessus, certains produits ne peuvent être renouvelés sur la licence d'une installation d'anodisation, le licencié général peut décider de le ou les retirer de la licence.

Si le licencié général effectue un changement de produits sous licence, il en avise immédiatement l'installation par écrit. Ce changement prend effet à compter de la date de réception de ladite notification.

En cas de changement de produits sous licence, le licencié ne peut plus associer le label de qualité aux produits qui ne sont plus assujettis à sa licence.

7 Règlement relatif à l'emploi du label de qualité

7.1 Propriété de la marque

Les logos du label de qualité sont la propriété de Qualanod et ne doivent être employés par qui que ce soit, à moins d'y être autorisé. Les installations d'anodisation peuvent être autorisées à utiliser le label de qualité par une licence délivrée conformément aux dispositions du présent Règlement.

Qualanod accorde au licencié général une licence générale comportant le droit d'attribuer à des installations d'anodisation l'autorisation d'utiliser le label conformément aux dispositions du présent Règlement.

7.2 Registre des titulaires de licence

Qualanod tient à jour un registre sur lequel (en plus d'autres informations, traitées immédiatement ou ultérieurement) sont inscrits le nom, l'adresse et la description précise de l'activité industrielle et commerciale du titulaire de la licence, la date de délivrance de la licence, le numéro attribué au titulaire de la licence, la date d'annulation de la licence, et toute autre information jugée nécessaire par Qualanod.

En cas de changement de nom ou d'adresse, le titulaire de la licence doit en aviser immédiatement le licencié général. Ce dernier en informe Qualanod, afin de procéder à la modification de l'inscription correspondante sur le registre.

7.3 Admissibilité des requérants

Le droit d'utiliser le label est accordé à condition que le requérant exploite, ou ait l'intention d'exploiter, une entreprise d'oxydation anodique qui fabrique des produits susceptibles de faire l'objet d'une licence.

7.4 Produits visés par la licence

Le label de qualité doit être utilisé uniquement pour l'anodisation sulfurique de l'aluminium, en conformité avec les présentes Directives.

La délivrance de la licence confère le droit à son titulaire d'apposer la marque uniquement sur les produits qui y sont spécifiés. La licence indique 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 licencié ne doit pas sous-traiter tout ou partie d'une commande de produits labellisés à une autre installation, à moins que le sous-traitant ne soit également licencié.

7.5 Emploi du label de qualité par les titulaires de licence

Il existe quatre versions du logo (figures 1a à 1d), pouvant être utilisées selon le type d'anodisation et les produits associés correspondant, conformément aux annexes des présentes Directives. Il existe également une version générique (figure 1f), utilisée par le secrétariat de Qualanod et par les licenciés généraux. Les logos doivent être apposés soit en noir et blanc (figure 1e), soit en bleu et blanc. Ils peuvent être utilisés, comme il convient, sur les produits eux-mêmes, sur les papiers commerciaux, les devis ou factures, les prix courants, les cartes et panneaux publicitaires, et sur tous les prospectus édités par l'entreprise, les brochures, les catalogues, ou encore les annonces publiées dans la presse. Ils peuvent être

complétés par l'inscription imprimée à droite « Label de qualité pour l'anodisation de l'aluminium » (ou tout autre texte exigé par la législation nationale ; figure 1g).

Un logo, de dimension 25 x 25 mm, peut être apposé ou directement imprimé sur des rubans adhésifs ou des étiquettes (figure 1h), dans les combinaisons de couleurs mentionnées ci-dessus.

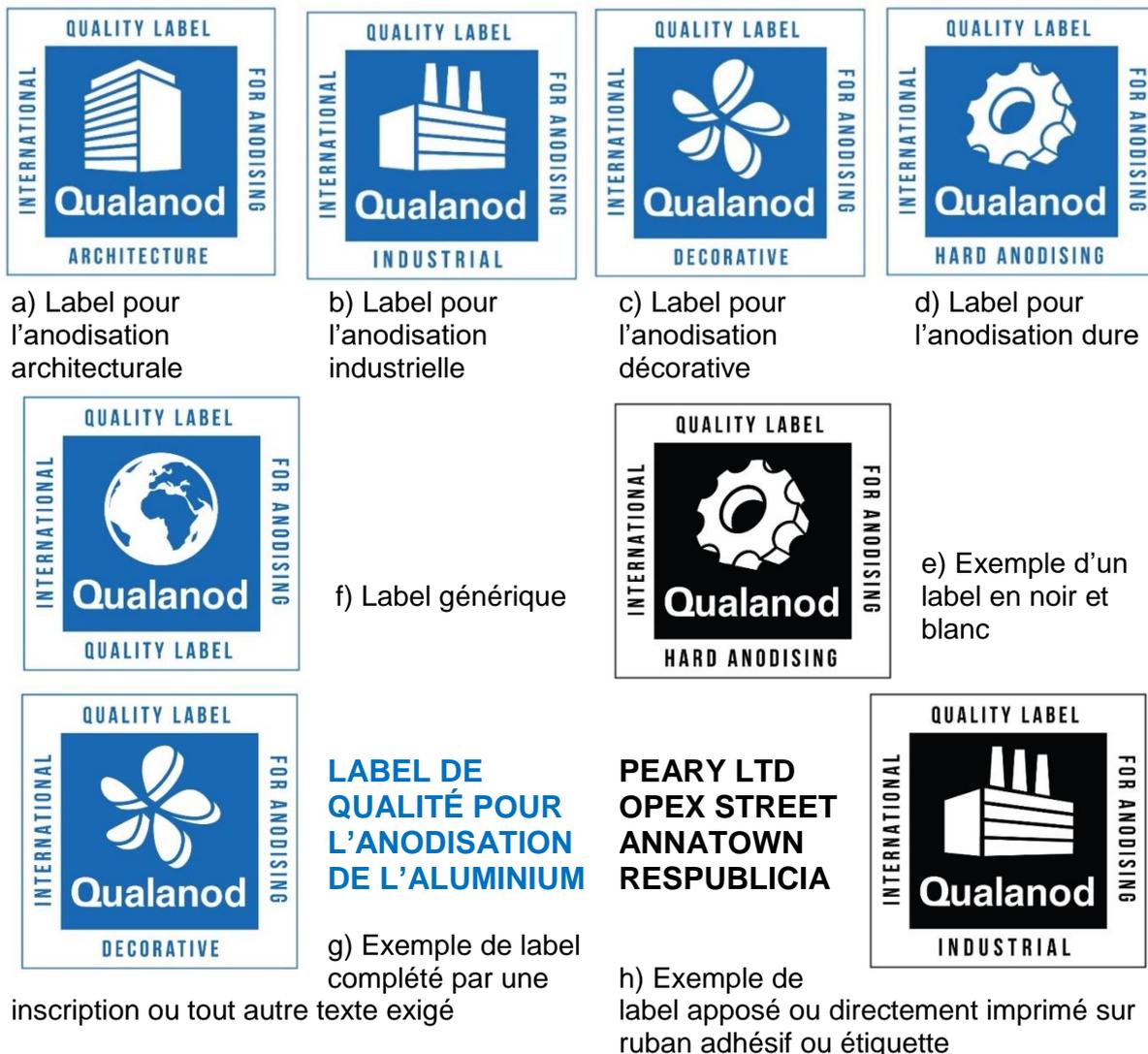
Lorsqu'il l'utilise, le titulaire ne doit apporter aucune modification ni ajout au logo. Dans le cas où le titulaire utilise séparément ses propres marques ou dénominations commerciales, ou en relation avec ses produits, les dispositions du présent Règlement ne doivent pas être enfreintes.

En appliquant le logo sur un produit, le licencié certifie que la qualité livrée correspond à la qualité proposée ou, le cas échéant, à la qualité commandée.

Lorsqu'une entreprise possède plusieurs installations d'anodisation disposant de licences différentes, chaque installation doit utiliser les logos correspondant à ses produits sous licence. Cette restriction ne s'applique pas si tous les ateliers disposent d'une licence pour les mêmes produits.

À tout moment, le titulaire doit fournir au licencié général les renseignements exigés par l'utilisation du label de qualité.

Figure 1. Emploi du label de qualité



7.6 Notifications

En vertu du présent Règlement, toute notification provenant du titulaire doit être considérée comme valable si elle a été envoyée par lettre affranchie ou par email, correctement adressés. L'annulation de licences et la distribution de nouvelles éditions des Directives doivent être expédiées par courrier recommandé.

8 Inspections

8.1 Dispositions générales

Une inspection a pour objectif de s'assurer que le licencié est en conformité avec les exigences des présentes Directives pour les produits visés 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 s'assurer que le licencié n'associe pas le label de qualité à des produits non concernés par sa licence.

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 de toutes les inspections. L'organisme de contrôle, ou le licencié général accrédité, nomme un individu, appelé inspecteur, dûment qualifié et approuvé par Qualanod, afin d'effectuer les inspections.

8.2 Portée des inspections

L'inspecteur vérifie quels sont les produits visés par la licence de l'installation d'anodisation. L'annexe ou les annexes correspondantes des présentes Directives informent l'inspecteur sur les essais de contrôle de la production à effectuer lors 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 échantillons dans l'installation d'anodisation afin que les essais soient effectués au laboratoire de l'organisme de contrôle.

L'inspecteur vérifie que le licencié répond aux exigences des normes définissant les essais qu'il effectue.

8.3.2 Emploi du label de qualité

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

8.3.3 Contrats avec les clients

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

8.3.4 Laboratoire

L'inspecteur vérifie que le laboratoire et les instruments de mesure sont conformes aux exigences définies dans la section « Laboratoire et appareillage » des annexes.

8.3.5 Échantillons d'essai

L'inspecteur effectue des essais sur les produits finis que l'installation d'anodisation a contrôlés et jugés satisfaisants, ou sur les pièces qui sont emballées et/ou prêtes pour l'expédition. Les cadres soudés sont considérés comme étant une seule pièce à contrôler. Si le cadre est composé d'éléments vissés mécaniquement, chaque élément constitue une pièce

à contrôler. Les constructions assemblées au moyen de matériel thermo-isolant et non conducteur doivent aussi être considérées comme des éléments séparés.

L'installation d'anodisation doit indiquer à l'inspecteur les pièces qui ont été reconnues conformes par le contrôle de qualité interne et le type d'anodisation utilisé pour les produire.

S'il n'est pas possible de prélever et contrôler des échantillons du lot de production à cause de la forme, de la taille ou de l'encombrement du produit, l'inspecteur peut effectuer les essais sur des échantillons, du même alliage que le lot de production de préférence, et traités simultanément.

L'inspecteur n'effectue pas d'essais sur les produits finis qui ne sont pas visés par la licence de l'installation d'anodisation. Ceux-ci doivent être clairement identifiés. L'inspecteur peut demander à vérifier le type d'anodisation, par exemple en examinant le contrat écrit entre l'installation d'anodisation et son client.

8.3.6 Contrôle de l'épaisseur

L'épaisseur de couche anodique est indiquée par la classe d'épaisseur ou par l'épaisseur nominale, selon le type d'anodisation. L'inspecteur vérifie la classe d'épaisseur ou l'épaisseur nominale demandée par le client, selon la section « Contrats avec les clients » des annexes. Il mesure l'épaisseur du revêtement des produits finis en utilisant la méthode de la norme ISO 2360. Il suit les procédures de la norme ISO 7599.

Il est important que les pièces soient disponibles en nombre suffisant pour effectuer les essais. Afin d'éviter une inspection inutile, il est recommandé à l'installation de prévenir l'organisme compétent si elle craint de ne pas disposer, à certaines périodes, de pièces en nombre suffisant.

L'inspecteur contrôle toutes les pièces laminées dont la surface significative est supérieure à 2 m². Lorsqu'une classe d'épaisseur est spécifiée, aucune pièce ne doit avoir une épaisseur moyenne ou locale inférieure au minimum requis pour la classe d'épaisseur. Lorsqu'une épaisseur nominale inférieure ou égale à 50 µm est spécifiée, aucune pièce ne doit avoir une épaisseur moyenne de 20 % inférieure ou supérieure à l'épaisseur nominale. Lorsqu'une épaisseur nominale de plus de 50 µm est spécifiée, aucune pièce ne doit avoir une épaisseur moyenne de 10 % inférieure ou supérieure à l'épaisseur nominale.

Concernant les autres éléments, l'inspecteur pratique un contrôle statistique selon l'échantillonnage prévu sur le tableau 1. Lors de l'inspection, il contrôle au moins 30 pièces par type d'anodisation. Lorsqu'une classe d'épaisseur est spécifiée, le tableau 1 indique le nombre maximal d'échantillons qui peuvent avoir une épaisseur moyenne inférieure au minimum requis pour la classe d'épaisseur. Lorsqu'une classe d'épaisseur est spécifiée, aucun échantillon mesuré ne doit avoir une épaisseur locale inférieure à 80 % du minimum requis pour la classe d'épaisseur. Lorsqu'une épaisseur nominale inférieure ou égale à 50 µm est spécifiée, le tableau 1 indique le nombre maximal d'échantillons qui peuvent avoir une épaisseur moyenne de 20 % inférieure ou supérieure à l'épaisseur nominale. Lorsqu'une épaisseur nominale de plus de 50 µm est spécifiée, le tableau 1 indique le nombre maximal d'échantillons qui peuvent avoir une épaisseur moyenne de 10 % inférieure ou supérieure à l'épaisseur nominale.

Tableau 1. Prescriptions d'échantillonnage pour les différentes tailles de lots

Nombre de pièces du lot	Nombre d'échantillons sélectionnés au hasard	Quantité admissible de pièces 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 1300	40	3
1301 à 3200	55	4
3201 à 8000	75	6
8001 à 22000	115	8
22001 à 110000	150	11

8.3.7 Essai de perte de masse

L'inspecteur effectue les essais de perte de masse comme décrit 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 : eau chaude, vapeur, imprégnation à froid en deux étapes au moyen d'une solution à base de fluorure de nickel, et colmatage à température moyenne au moyen d'une solution à base de sels de nickel. Par conséquent, si une installation d'anodisation a deux lignes d'anodisation dont la ligne 1 comprend un colmatage à l'eau chaude, et la ligne 2 comprend un colmatage à l'eau chaude et un colmatage à froid, l'inspecteur doit alors effectuer les deux essais de perte de masse suivants : un essai de perte de masse sur un échantillon prélevé sur la ligne 1 (colmatage à l'eau chaude) et un essai de perte de masse sur un échantillon prélevé sur la ligne 2 (colmatage à froid).

Pour l'essai de perte de masse, prélever des échantillons parmi ceux sélectionnés pour les contrôles d'épaisseur. Ce sont les échantillons présentant les plus hautes valeurs à l'essai à la goutte de colorant ou d'admittance, de préférence sur de l'anodisation colorée plutôt que naturelle.

La méthode 9.3.1 ou 9.3.2 s'applique selon celle utilisée par l'anodiseur sur le lot duquel l'échantillon a été prélevé.

S'il est effectué au laboratoire de l'organisme de contrôle, l'essai doit être réalisé dans les 2 semaines qui suivent le colmatage.

Aucun échantillon ne doit présenter une perte de masse supérieure à 30 mg/dm².

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

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

Si un essai de perte de masse est demandé, l'inspecteur effectue dix essais à la goutte de colorant ou d'admittance selon le cas (voir 9.3.3 et 9.3.4), sur des échantillons sélectionnés au hasard parmi ceux sélectionnés pour les contrôles d'épaisseur, tout en veillant à inclure des produits issus de toutes les lignes d'anodisation et procédés 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 comme décrit dans la section « Contrôle de la production lors d'une inspection » des annexes.

Dès lors que tous les échantillons 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 effectue l'essai de résistance à l'abrasion de surface sur l'échantillon ayant l'épaisseur la plus élevée.

8.3.10 Autocontrôle

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

8.3.11 Registre des réclamations

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

8.4 Contrôle des procédés

L'inspecteur vérifie que les procédés sont effectués en conformité avec les exigences définies dans la section « Procédés » des annexes. Il vérifie également que les analyses des bains sont correctement réalisées.

9 Méthodes de contrôle de la production

9.1 Dispositions générales

Tous les essais d'acceptabilité doivent être effectués comme indiqué dans les présentes Directives. En cas de contestation, il faut appliquer la méthode de référence spécifiée dans les présentes Directives.

Si aucune méthode particulière n'est précisée dans les présentes Directives, l'essai doit être effectué selon les indications du client.

S'il s'agit d'un essai d'acceptabilité, le client doit indiquer la méthode d'échantillonnage à utiliser ou si aucun échantillonnage du lot n'est requis. Pour plus d'informations, se référer à la norme ISO 2859-1.

À l'exception des essais qui sont spécifiquement requis par la section « Contrôle de la production par le licencié » des annexes, les essais de contrôle de la production sont à la discrétion du licencié.

9.2 Mesure de l'épaisseur

L'épaisseur du revêtement doit être mesurée selon une ou plusieurs méthodes indiquées dans la norme ISO 7599. La méthode définie dans la norme ISO 2360 (courant de Foucault) est la méthode usuelle. En cas de contestation, il faut appliquer la méthode de référence indiquée dans les normes ISO 1463 ou ISO 9220 (par coupe micrographique).

Pour les pièces de dimension suffisante, l'épaisseur moyenne, locale, ou les deux, doit être déterminée à l'aide des procédures de mesure d'épaisseur issues de la norme ISO 7599. Pour les petites pièces, le nombre de zones à mesurer peut être réduit.

Les mesures doivent être faites sur les surfaces significatives, mais pas à moins de 5 mm des traces de pinces ni à proximité d'un angle vif.

Concernant l'anodisation en continu, l'épaisseur du revêtement doit être mesurée au début, au milieu et à la fin de chaque bobine.

Si elle est demandée par le client, la mesure de l'épaisseur doit être effectuée lors d'un essai d'acceptabilité du lot.

9.3 Contrôle du colmatage

9.3.1 Essai de perte de masse avec traitement acide préalable

Cet essai évalue la capacité de la surface d'un revêtement anodique à résister à l'attaque chimique d'un acide.

Cet essai doit être effectué conformément aux prescriptions de la méthode 2 de la norme ISO 3210, en utilisant une solution 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 inclut un traitement acide préalable dans une solution d'acide nitrique.

Il existe plusieurs possibilités pour prélever les échantillons d'essai. Le titulaire de licence doit retenir une des options listées ci-dessous, rangées de 1 à 3 par ordre à privilégier. Les circonstances qui pourraient amener le titulaire de licence à adopter l'option 2 ou 3 comprennent celles où : i) il n'est pas possible de prélever des échantillons 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 échantillons d'essai doivent être prélevés sur le lot de production.
- 2) Les échantillons d'essai doivent être du même alliage que le lot de production et traités simultanément avec celui-ci.
- 3) Les échantillons d'essai peuvent être d'un alliage différent de celui du lot de production, mais doivent être traités en même temps. L'alliage doit contenir au moins 97 % d'aluminium. Si le titulaire de licence adopte fréquemment cette option, il devrait toujours utiliser le même alliage afin de pouvoir établir des enregistrements cohérents.

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

L'essai de perte de masse doit être effectué 2 semaines maximum après le colmatage.

9.3.2 Essai de perte de masse sans traitement acide préalable

Cet essai évalue la capacité de la surface d'un revêtement anodique à résister à l'attaque chimique d'un acide.

Cet essai doit être effectué conformément aux prescriptions de la méthode 1 de la norme ISO 3210, en utilisant une solution 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 échantillons d'essai. Le titulaire de licence doit retenir une des options listées ci-dessous, rangées de 1 à 3 par ordre à privilégier. Les circonstances qui pourraient amener le titulaire de licence à adopter l'option 2 ou 3 comprennent celles où : i) il n'est pas possible de prélever des échantillons 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 échantillons d'essai doivent être prélevés sur le lot de production.
- 2) Les échantillons d'essai doivent être du même alliage que le lot de production et traités simultanément avec celui-ci.
- 3) Les échantillons d'essai peuvent être d'un alliage différent de celui du lot de production, mais doivent être traités en même temps. L'alliage doit contenir au moins 97 % d'aluminium. Si le titulaire de licence adopte fréquemment cette option, il devrait toujours utiliser le même alliage afin de pouvoir établir des enregistrements cohérents.

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

L'essai de perte de masse doit être effectué 2 semaines maximum après le colmatage.

9.3.3 Essai à la goutte de colorant

Cet essai constitue une évaluation du pouvoir absorbant de la surface extérieure des couches anodiques, réduit par le colmatage.

Le pouvoir absorbant doit être déterminé conformément aux prescriptions de la norme ISO 2143.

L'essai s'applique uniquement à l'aluminium anodisé naturel et coloré clair.

Les indications du fournisseur de produits chimiques doivent être suivies pour la préparation des solutions. 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. Toute solution dont le pH s'écarte des valeurs limites prescrites par le fournisseur de produits chimiques doit être corrigée selon les indications de ce dernier.

9.3.4 Essai d'admittance

Cet essai mesure l'admittance électrique de l'épaisseur intégrale des couches anodiques, réduite par le colmatage.

L'admittance doit être déterminée selon les prescriptions de la norme ISO 2931.

Cet essai ne s'applique pas :

- aux pièces colmatées par imprégnation ;
- aux alliages ayant une teneur en silicium supérieure à 2 %, en manganèse à 1,5 % ou en magnésium à 3 %.

Les limites acceptables de l'essai d'admittance s'appliquent aux finitions incolores et non aux pièces à coloration 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 60 environ.

9.4 Aspect

9.4.1 Défauts visibles

Certains défauts sont une conséquence des procédés de fabrication et comprennent les lignes de filage et d'usinage, les soudures, les stries, les traces de frottement et les points chauds. D'autres défauts peuvent survenir par inadvertance, tels que marques, rayures, entailles et corrosion. D'autres peuvent être dus au traitement de l'installation d'anodisation. Il s'agit notamment des sels résiduels dans les trous filetés causant une décoloration et le piégeage des bulles d'air empêchant la solution d'accéder à certaines zones de la surface. L'acceptabilité de ces défauts dépend des exigences du client.

La/les surfaces significatives des pièces anodisées doivent être évaluées à l'œil nu. Sauf accord contraire, lorsque les produits sont destinés à une utilisation sous conditions d'éclairage naturel, l'observateur doit être dos au soleil et comparer les échantillons ou autres composants à la lumière du jour diffuse. Si les produits sont destinés à une utilisation sous conditions de lumière artificielle, cette lumière doit être utilisée pour la comparaison, et une source diffuse d'éclairage doit être placée au-dessus et derrière l'observateur.

9.4.2 Aspect de surface et couleur

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

Lors de l'évaluation visuelle, les échantillons ou autres composants doivent être placés dans le même plan et examinés perpendiculairement au plan, aussi près que possible, en respectant la direction préférentielle (sens du laminage, du filage ou de l'usinage).

Sauf accord contraire, lorsque les produits sont destinés à une utilisation sous conditions d'éclairage naturel, l'observateur doit être dos au soleil et comparer les échantillons ou autres composants à la lumière du jour diffuse. Si les produits sont destinés à une utilisation sous conditions de lumière artificielle, cette lumière doit être utilisée pour la comparaison, et une source diffuse d'éclairage doit être placée au-dessus et derrière l'observateur.

Pour l'aspect de surface, la mesure instrumentale doit être réalisée conformément aux exigences des normes ISO 6719 ou 7668, suivant les recommandations de la norme ISO 7599. Pour l'évaluation de la couleur, la mesure instrumentale doit être réalisée conformément aux exigences de la norme ISO 11664-4.

9.4.3 Propriétés de réflexion à la lumière

L'évaluation des propriétés de réflexion à la lumière doit être réalisée conformément aux prescriptions de la norme ISO 7599 à l'aide des méthodes instrumentales indiquées dans les normes ISO 6719, 7668, 7759, 10215 et 10216 selon le contrat entre le licencié et le client.

9.5 Résistance à la corrosion

La résistance à la corrosion de l'aluminium anodisé doit être déterminée à l'aide d'une des méthodes définies dans la norme ISO 9227. La durée de l'essai au brouillard salin acétique (BSA) doit être de 1000 heures. Suivant les exigences de la norme 10074, la durée de l'essai au brouillard salin neutre (BS) doit être de 336 heures. L'applicabilité de ces essais est indiquée dans le tableau 2.

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

Ces méthodes ne conviennent pas pour les revêtements anodisés non colmatés.

La corrosivité de la chambre d'essais au brouillard salin doit être vérifiée selon la méthode d'évaluation de la corrosivité des chambres d'essais indiquée dans la norme ISO 9227. En fonctionnement continu, l'intervalle entre deux contrôles de la corrosion ne doit pas excéder trois mois. Le rapport de contrôle 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 celle de l'épaisseur intégrale de la couche anodique (résistance à l'usure de masse). Certaines des méthodes évaluent la résistance à l'usure par abrasion et d'autres la résistance à l'usure par érosion.

9.6.1 Essai de résistance à l'abrasion de surface

Cet essai détermine 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 le revêtement est plus ou moins dur que le papier employé.

La résistance à l'abrasion de surface doit être déterminée en utilisant la méthode 1 de la norme ISO 18771 et en tenant compte de ce qui suit.

- Le papier de verre abrasif doit être maintenu fermement en place autour du support et, à l'aide d'une légère pression des doigts, maintenu à plat contre la surface anodisée.
- Si la couche anodique est plus dure que le papier de verre, le papier abrasif glisse facilement sur la surface et la couche est seulement polie. Si le papier de verre est plus dur que le revêtement, une nette résistance est ressentie lorsqu'il mord dans le revêtement.

9.6.2 Roue abrasive

Cet essai détermine la résistance à l'usure par abrasion d'une couche anodique.

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

La résistance à l'usure par abrasion doit être déterminée à l'aide de la méthode d'essai d'usure à la roue abrasive décrite dans la norme ISO 8251, sauf qu'un échantillon de PMMA ne doit pas être utilisé.

9.6.3 Jet abrasif

Cet essai détermine la résistance à l'usure par érosion d'une couche anodique.

La résistance à un jet de particules abrasives doit être déterminée à l'aide de la méthode d'essai au jet abrasif décrite dans la norme ISO 8251, sauf qu'un échantillon de PMMA ne doit pas être utilisé.

9.6.4 Chute de sable

Cet essai détermine la résistance à l'usure par érosion d'une couche anodique.

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

9.6.5 Résistance à l'abrasion Taber

Cet essai évalue la résistance à l'usure par abrasion d'une 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 à l'aide de la méthode de microdureté Vickers de la norme ISO 4516.

9.8 Résistance à la formation de criques par déformation

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

Il peut être pertinent d'évaluer la résistance à la formation de criques par déformation des 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 à l'aide de la méthode de la norme ISO 2135.

Il s'agit d'une méthode d'essai accéléré qui utilise la lumière artificielle. Cet essai de contrôle de la production convient aux couches anodiques colorées dont la solidité à la lumière a été déterminée par essai de vieillissement naturel. Cet essai ne convient pas aux couches anodiques colorées qui possèdent une solidité à la lumière inférieure à 6 sur l'échelle internationale « Blue Scale ».

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 à l'aide de la méthode de la norme ISO 6581.

Il s'agit d'une méthode comparative, non appropriée à l'essai des couches anodiques colorées sensibles à la chaleur.

9.10 Tension électrique de claquage

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

Les méthodes décrites s'appliquent aux couches colmatées, utilisées principalement comme isolants électriques. La tension électrique de claquage est affectée par l'humidité relative.

9.11 Continuité du revêtement

La continuité des couches anodiques doit être déterminée par la méthode définie dans la norme ISO 2085.

L'utilisation de cette méthode est limitée aux couches anodiques ayant subi une déformation, celles produites par anodisation en continu par exemple. Elle convient également aux couches anodiques de moins de 5 µm d'épaisseur.

9.12 Masse par unité de surface

La masse surfacique d'une couche anodique doit être déterminée par la méthode définie dans la norme ISO 2106.

La méthode n'est pas applicable aux couches d'oxyde obtenues par anodisation sur des alliages d'aluminium dont la teneur en cuivre est supérieure à 6 %. Si l'épaisseur ou la masse volumique de la couche sont connues, la détermination de la masse surfacique permettra de 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 un échantillon du matériau 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 à l'œil nu des craquelures sur l'échantillon. 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'échantillon.
- 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 Récapitulatif des essais de production selon les différents types d'anodisation

Le tableau 2 fournit un aperçu des essais à effectuer par le sous-licencié et des essais effectués lors d'une inspection, selon le type d'anodisation. Il précise les références des sections décrivant les essais, ainsi que celles des annexes et des sections indiquant quels sont les essais à effectuer. Le symbole X indique un essai effectué par le sous-licencié ; le symbole o indique un essai effectué par le sous-licencié suivant le contrat qui le lie au client. Le sous-licencié ne peut sous-traiter la réalisation d'un essai à un autre organisme que si ce dernier est accrédité selon ISO 17025 pour cet essai. Des règles particulières précisent les cas dans lesquels le sous-licencié n'a pas à effectuer les essais de solidité à la lumière. Dans tous les cas, certaines conditions ou exigences particulières peuvent s'appliquer ; elles sont indiquées dans les sections concernées. Ainsi, il est indispensable de les consulter plutôt que de recourir uniquement au tableau 2. Les cellules grisées du tableau 2 indiquent les essais réalisés lors d'une inspection. Les inspections n'intègrent pas l'évaluation des défauts visibles, de l'aspect de surface, de la couleur et des tolérances dimensionnelles finales car ces éléments peuvent être aisément contrôlés par le client.

Tableau 2. Contrôle des produits effectué par le sous-licencié et lors d'une inspection

Essais	Section	Type d'anodisation			
		Architecturale	Industrielle	Décorative	Dure
		aspect et protection importants	aspect secondaire	principale caractéristique : aspect décoratif	excellente résistance à l'usure
		12.7 & 12.11	13.7 & 13.11	14.7 & 14.11	15.7 & 15.11
Épaisseur du revêtement	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 de surface (toute distance)	9.4.1		X		X
Défauts de surface à 5 m et 3 m	9.4.1	X			
Défauts de surface à 2 m et 0,5 m	9.4.1			X	
Aspect & couleur	9.4.2	X	o	X	
Réflexion à la lumière	9.4.3			o	
Résistance à la corrosion (BSA)	9.5		o		
Résistance à la corrosion (BS)	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	
Tension électrique de claquage	9.10		o		o
Continuité du revêtement	9.11	o	o	o	
Masse surfacique	9.12		o		o
Résistance au craquellement thermique	9.13			o	
Rugosité			o		o
Essais de simulation d'utilisation			o	o	o

10 Agrément pour les nouveaux procédés

Il est important que les nouveaux procédés utilisés dans la production d'aluminium anodisé destiné à des applications architecturales extérieures soient contrôlés et agréés par Qualanod. En effet, les effets climatiques, très variables, parfois sur le long terme, ne peuvent pas être simulés de manière optimale par des essais de laboratoire standards. Le contrôle et l'agrément des nouveaux procédés et produits utilisés dans la production d'aluminium anodisé destiné à d'autres applications n'est pas nécessaire, dès lors que les essais en laboratoire sont suffisamment efficaces et que les simulations des conditions d'utilisation peuvent être appliquées. Toutefois, un fournisseur peut demander à Qualanod de tester et d'agréer tout nouveau procédé du champ de Qualanod qu'il souhaite proposer aux anodiseurs. Il doit préciser le ou les types d'anodisation auxquels il est destiné, afin de pouvoir mettre au point des procédures d'évaluation appropriées.

Un nouveau procédé nécessite un contrôle et un agrément s'il est susceptible d'affecter la performance d'utilisation extérieure de l'aluminium anodisé. Sont concernés les nouveaux procédés pour l'anodisation et le colmatage, mais aussi éventuellement d'autres nouveaux procédés appliqués après la phase d'anodisation dans une ligne d'anodisation.

Les titulaires d'une licence pour les produits du chapitre 12 (anodisation architecturale) doivent utiliser uniquement des procédés pour l'anodisation et les étapes ultérieures d'une chaîne d'anodisation qui sont d'usage courant sur des 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 de procédés bien établis figurent au chapitre 11.

Avant qu'un titulaire de licence pour les produits du chapitre 12 (anodisation architecturale) puisse utiliser un nouveau procédé, il doit s'assurer auprès du secrétariat de Qualanod que le procédé est d'usage courant 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 réalisée. La procédure d'évaluation est décrite dans un document spécifique intitulé « Règlement général », disponible sur internet et auprès du secrétariat de Qualanod. Il est à noter que la procédure est adaptée 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. Son contenu n'est nullement 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 à des applications architecturales extérieures sont les séries AA 1000, 5000, parfois 3000 pour les produits laminés, et 6000 pour les produits extrudés. Le tableau 3 fournit des indications sur les alliages adaptés à l'anodisation architecturale, ainsi que sur d'autres alliages habituellement considérés comme ayant une réaction positive à l'anodisation décorative et protectrice. Après anodisation, ces matériaux ont un aspect différent, parfois avec un même alliage. En effet, après prétraitement et anodisation, l'aspect est fortement influencé par la microstructure de l'alliage. Elle dépend à la fois des procédés métallurgiques utilisés et de la composition de l'alliage. En outre, les spécifications des normes nationales et internationales concernant la composition des alliages sont très vastes ; les producteurs d'alliages adaptés à l'anodisation ont leurs propres spécifications qui sont beaucoup plus restrictives. Ainsi, puisque des différences, même minimes, dans la microstructure métallurgique peuvent mener à des différences importantes concernant l'aspect, il est recommandé dans la mesure du possible que les matériaux de différents lots ne soient pas mélangés au sein du même projet.

En ce qui concerne les structures en aluminium visées par les Eurocodes (EN 1999-1-1), seuls les alliages listés dans les Eurocodes peuvent être utilisés. Dans le tableau 3, ces alliages sont indiqués par un astérisque.

Le client doit spécifier l'alliage et attester que le produit semi-fini est conforme aux normes appropriées aux conditions techniques d'inspection et de livraison, ex. ISO 6362-1, EN 485-1, EN 586-1, EN 754-1, EN 755-1, EN 12020-1. Ces normes précisent la composition, conformément à EN 573-3, et l'absence de défauts de surface. Elles recommandent également que les produits semi-finis destinés à l'anodisation soient soumis à un essai d'anodisabilité par le producteur avant la livraison, et que la fréquence et la méthode de l'essai fassent l'objet d'un accord entre le producteur et son client. Pour qu'un essai soit pertinent, un échantillon du produit doit être traité par la ligne d'anodisation pour produire la finition convenue entre le licencié et son client ; l'échantillon est ainsi évalué par examen visuel.

D'autres alliages que ceux listés dans le tableau 3 peuvent être utilisés si le client en fait la demande, auquel cas il doit préciser par écrit la classe d'épaisseur de l'anodisation.

Tableau 3. Alliages adaptés à l’anodisation architecturale

Séries (AA)	Composants d’alliage	Propriétés du métal	Alliages (AA)	Propriétés du métal anodisé
1xxx	Aucun	Mou Conducteur	1050A 1080A	Clair Brillant
<i>Recommandation :</i> <i>Conseils concernant la 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 concernant la finition : pour 5005 et 5005A, maintenir Si < 0,1% et Mg entre 0,7% et 0,9% ; inspecter afin de déceler des 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 concernant la finition : pour une finition mate, maintenir Fe > 0,22% ; pour une finition brillante, maintenir Fe < 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 autres composants.</i>				

11.2.2 Anodisation industrielle et dure

Le tableau 4 fournit des indications sur les alliages adaptés aux applications industrielles. Bien que de nombreux alliages s’appliquent à l’anodisation dure, les alliages présentant une teneur supérieure à 5 % en cuivre et/ou 8 % en silicium et ceux pour la coulée sous pression nécessitent des procédures d’anodisation particulières. Les alliages avec une faible teneur en éléments d’alliage fournissent la meilleure microdureté, la meilleure 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 angles vifs doivent être usinés à un rayon d'au moins 10 fois l'épaisseur de la couche prévue, pour éviter la combustion. En général, les articles ne doivent pas être soumis à des traitements thermiques, d'usinage, de soudage, d'opérations d'emboutissage 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 augmenter l'uniformité, des alliages de qualité « anodisation » doivent être utilisés. Ils sont élaborés avec des techniques spéciales. Ainsi, il n'y a pas de norme nationale ou internationale de qualité « anodisation » car le terme fait référence à des échéanciers de production particuliers élaborés par les fabricants.

Pour obtenir une finition brillante, de l'aluminium ou des alliages de haute pureté doivent être utilisés.

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

- Fer. Réduit la brillance spéculaire. Les rapports fer/silicium élevés produisent des stries foncées.
- Silicium. Turbidité en cas d'absence de solution solide. Une teneur en silicium supérieure à 5 % provoque des couches gris foncé ou noires.
- Magnésium. Une teneur en magnésium inférieure ou égale à 3 % provoque des revêtements incolores.
- Cuivre. Augmente la brillance spéculaire. Une teneur en cuivre supérieure à 2 % provoque une décoloration.
- Manganèse. Une teneur en manganèse inférieure ou égale à 1 % peut provoquer des revêtements clairs, argentés, gris, bruns ou marbrés, selon la microstructure de l'alliage.
- Zinc. Une teneur en zinc inférieure ou égale à 5 % peut provoquer des revêtements incolores, bruns ou marbrés, selon la microstructure de l'alliage.
- Chrome. Une teneur en chrome de 3 % provoque des revêtements jaunes.

Pour obtenir certaines colorations, des alliages spéciaux pour la coloration anodique intégrale et des alliages « autocolorants » pour les procédés sulfurique ou sulfurique oxalique peuvent être utilisés.

11.3 Épaisseur des couches anodiques

11.3.1 Anodisation architecturale

Plus le revêtement de l'aluminium anodisé est épais, plus le degré de protection de l'aluminium contre la corrosion par piqûres augmente. La durée de vie du produit dépend donc beaucoup de l'épaisseur du revêtement. Cependant plus le revêtement est épais, plus la dépense énergétique associée est élevée. En conséquence, suranodiser n'est pas recommandé. Pour des applications architecturales extérieures, le choix de la catégorie d'épaisseur dépend de l'agressivité de l'environnement et peut être déterminé par des normes nationales.

Les caractéristiques des classes 20 ou plus sont nécessaires à l'utilisation de colorants, afin d'obtenir l'absorption de colorant et la solidité à la lumière adéquates.

11.3.2 Anodisation industrielle et dure

Les revêtements ont généralement une épaisseur de 15 µm à 150 µm. L'épaisseur de revêtement de certains produits, tels que les languettes ou les fils, peut aller jusqu'à 25 µm. Une épaisseur de revêtement de 15 µm à 80 µm suffit souvent à satisfaire les exigences d'isolation. L'épaisseur de revêtement de 150 µm est utilisée 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 soudures, les stries, les traces de frottement et les points chauds.

11.4.2 Aspect de surface

La norme ISO 7599 inclut un système de désignation de la préparation de surface. L'aspect des produits finis dépend du traitement de surface qui précède immédiatement l'anodisation. Les exigences d'uniformité doivent tenir compte des tolérances métallurgiques de l'alliage, et notamment des variations dues à la transformation et à l'anodisation.

En ce qui concerne l'aspect final et l'uniformité, les tolérances doivent être établies au moyen d'échantillons de référence offrant l'épaisseur de couche demandée et agréés 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 « inférieures » ou « supérieures » en raison des nombreux facteurs impliqués. Ainsi, même si la brillance spéculaire varie sur une échelle allant jusqu'à 100, des échantillons présentant des valeurs de brillance comparables peuvent avoir un aspect assez différent lorsqu'on les examine à l'œil nu.

Lorsque des méthodes instrumentales sont utilisées pour l'évaluation de l'aspect de surface, il est important d'être attentif aux variations des mesures suivant l'orientation de l'échantillon (sens de travail), et de définir les conditions de mesure en conséquence. Par exemple, la brillance spéculaire doit être mesurée en plaçant l'échantillon en contact avec l'instrument, de telle sorte que le plan d'incidence et de réflexion soit parallèle à la direction de l'usinage du métal.

11.5 Équipement des installations d'anodisation

11.5.1 Cuves

Les matériaux et/ou revêtements de cuves doivent être choisis afin d'éviter toute contamination des solutions.

La capacité des cuves d'électrolyse doit être en juste proportion avec le nombre d'ampères disponibles afin que la densité de courant nécessaire puisse s'appliquer et que la température prescrite puisse être maintenue.

11.5.2 Refroidissement de l'électrolyte d'anodisation

La capacité du système réfrigérant utilisé doit permettre l'évacuation de la totalité des calories dégagées pendant l'anodisation, à la puissance maximale de l'installation électrique et à la vitesse où elles sont produites. Le nombre de calories produites par heure par l'anodisation normale est approximativement de :

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

I étant l'intensité maximum en ampères, V étant la tension maximum en volts et K étant la capacité de refroidissement en kcal/h. Pour le calcul de la puissance nécessaire, il faut également tenir compte des conditions ambiantes.

11.5.3 Agitation de l'électrolyte d'anodisation

Une forte agitation de l'électrolyte est essentielle, aussi bien pour maintenir une température homogène dans le bain, que pour évacuer les calories produites à la surface de l'aluminium pendant l'anodisation.

C'est un facteur déterminant 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 par air ou la turbulence hydraulique permet d'obtenir une agitation adéquate. Pour le traitement par lots, l'agitation par des pompes de circulation ne suffit généralement pas à maintenir une température correcte dans le bain. Toutefois, la turbulence hydraulique produite par un système de pompes avec éjecteurs placé 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 par air basse pression, la différence peut être comparable à la perte d'énergie par évaporation de l'eau des cuves à agitation 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 brumes acides à la surface de la solution.

Si l'agitation par air est adoptée, un niveau minimum de 5 m³/heure/m² de surface de bain doit être utilisé (mesuré avec un débitmètre) ; la valeur recommandée est 12 m³/heure/m² de surface de bain. Les bulles d'air peuvent augmenter la résistivité de la solution de 35 %, ce qui amplifie la consommation d'énergie électrique de l'anodisation. L'air doit créer un mouvement régulier de l'électrolyte sur toute la surface du bain. La meilleure façon d'y parvenir est d'utiliser un volume important d'air pulsé basse pression plutôt qu'un compresseur. L'utilisation d'air comprimé provoque d'importantes déperditions de chaleur par évaporation, surtout combiné à l'extraction de l'air. L'utilisation d'agitation par air haute pression ne constitue pas la « meilleure technique disponible » (BAT) en raison de la forte consommation énergétique. Cependant, si un compresseur est utilisé, la dimension des tuyaux et des orifices d'agitation doit être ajustée de manière à créer un mouvement régulier.

11.5.4 Chauffage

La capacité de chauffage des cuves doit être prévue en fonction des températures nécessaires pour les différentes phases du traitement. En particulier, la température des différentes cuves pour le colmatage à l'eau chaude doit pouvoir être maintenue à 96 °C minimum pendant tout le procédé de colmatage.

11.5.5 Alimentation électrique

L'équipement électrique (générateurs et barres conductrices) doit permettre d'atteindre la densité de courant spécifiée pour une charge correspondant à la capacité totale des redresseurs installés.

Le générateur de courant continu doit être réglable en tension avec réglage par échelon de 0,5 V maximum.

La manière d'appliquer la tension n'est pas un facteur critique mais une réduction très lente de la tension à la fin du cycle peut provoquer l'attaque de la couche anodique.

L'échelle de mesure du voltmètre et de l'ampèremètre doit être telle que chaque division représente au maximum 2 % pour le voltage et 5 % pour l'intensité de l'échelle totale de mesure.

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

Lorsque l'alimentation électrique comporte de multiples harmoniques, 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 fourni aux cuves doit être mesuré.

Le contact entre le jeu de barres et le palonnier ne doit pas entraîner une chute de tension de plus de 0,3 V et la température ne doit pas dépasser la température ambiante de plus de 30 °C.

11.5.6 Accrochage

Les barres supports en aluminium, immergées dans l'électrolyte, doivent avoir une section supérieure à 0,2 mm²/A. Le titane, qui a une résistivité plus élevée, exige des sections plus grandes.

Les contacts doivent être suffisants, en nombre et en dimension, pour répartir uniformément le courant à toutes les pièces du chargement et sur toute la surface d'une même pièce. La pression des contacts sera suffisamment forte pour éviter une anodisation des zones de contacts et un mouvement des pièces pendant l'électrolyse.

La charge doit être disposée sur les râteliers de manière à ce que la variation d'épaisseur du film anodique soit minimisée. Une charge disposée de manière trop compacte ou de trop nombreuses couches sans cathodes intermédiaires auront pour conséquence une augmentation de la variation d'épaisseur du film anodique. Les systèmes à cathode centrale entre les couches 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 du traitement dans une solution aqueuse (préparation de surface, anodisation, coloration).

Certaines opérations peuvent rendre nécessaires plusieurs rinçages successifs. En particulier après l'anodisation, le premier rinçage est habituellement très acide et un second rinçage est souhaitable avant coloration ou colmatage.

La charge anodisée ne doit jamais être laissée plus de 1 à 2 minutes dans le bain de rinçage acide, sous peine de causer l'attaque du revêtement.

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 différents. Ils comprennent le nettoyage pour enlever les particules de surface indésirables ou les contaminants tels que traces de frottement, oxydes de surface et corps gras. Un autre objectif est de rendre la surface plus lisse, ce qui augmente sa spécularité. Et il existe des procédés de rugosité qui produisent des états de surface particuliers. Une autre catégorie comprend les procédés permettant de doter la surface de fonctionnalités telles que la promotion d'adhérence, par exemple la gravure avec formation de tunnels pour feuilles de condensateurs.

Les procédés de polissage sont les suivants.

- Le polissage mécanique qui est souvent utilisé avant les opérations de brillantage chimique ou électrochimique.
- Brillantage électrolytique (aussi appelé « polissage électrolytique ») pour obtenir les niveaux les plus élevés de réflectivité spéculaire.
- Attaque chimique utilisant principalement des mélanges acide phosphorique/acide sulfurique et destiné à remplacer le polissage mécanique.
- Brillantage chimique pour développer une réflectivité plus spéculaire en utilisant des mélanges acide phosphorique (+ sulfurique)/acide 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 qui peut être utilisé avant l'attaque chimique pour réduire le temps de traitement et les rejets d'effluents.

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 éliminent lignes de filage, traces de frottement, rayures, piqûres de corrosion ou autres défauts superficiels, et produisent une finition lisse ou lustrée. Le lustrage (après polissage) augmente la réflectivité spéculaire. La projection de fines particules permet d'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 mou 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 un revêtement parfaitement transparent, le polissage mécanique peut être suivi d'un brillantage chimique ou électrochimique, qui élimine tout contaminant de surface.

11.6.2.3 Dégraissage

Il existe toute une gamme de contaminants organiques et inorganiques qui peuvent se trouver sur les surfaces en aluminium, notamment les contaminants suivants.

Organique	Inorganique
Lubrifiants de formage Huiles et graisses protectrices Agents à polir Manipulation de de pièces graisseuses, ex. : traces de doigts Revêtements organiques défectueux	Oxydes et hydroxydes Calamines Traces de frottement 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 à 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 subit une température élevée pendant quelques secondes avant d'être trempée, créant un mince oxyde amorphe, d'une épaisseur inférieure à 5-10 nm. Cependant, l'oxyde de surface réel peut contenir des particules locales de 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 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 la graisse 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. Dans le cas où des quantités de contaminants résistants sont présentes, des problèmes d'attaque différentielle peuvent se poser. L'attaque différentielle peut entraîner des variations d'aspect du produit inacceptables.

Les dégraissants alcalins inhibés éliminent la graisse, etc. avec peu ou pas d'attaque. Les inhibiteurs courants, qui réduisent le décapage 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 parfaitement efficace dans les solutions d'hydroxyde de sodium, mais l'attaque de l'aluminium peut quasiment être totalement inhibée dans les solutions alcalines de phosphate trisodique ou de carbonate de sodium. Plus important encore, ils laissent le temps à l'oxyde de magnésium en surface de se dissoudre.

Les solutions de dégraissage peuvent également contenir des agents tensio-actifs, de sorte que la solution mouille rapidement et uniformément la surface.

Le dégraissage acide n'est pas habituel pour une ligne d'anodisation. En cas d'utilisation, un rinçage est nécessaire avant un décapage alcalin. 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 et attaque très lentement l'aluminium, mais il peut se dégrader en dioxyde d'azote qui contribue aux NO_x. On a également pu observer l'utilisation d'acide usé et 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 niveau élevé de répétitivité et d'uniformité, il est essentiel de bien contrôler le procédé de satinage. L'installation d'anodisation doit suivre à la lettre les instructions de son fournisseur de décapants chimiques et, le cas échéant, de son fournisseur de demi-produits. En l'absence d'instructions précises, l'installation d'anodisation prendra les mesures suivantes.

Pour assurer l'homogénéité de la production en cas de satinage à base d'hydroxyde de sodium, il est nécessaire d'exercer un contrôle extrêmement vigilant sur les concentrations d'hydroxyde de sodium libre, d'aluminium et de tout séquestrant, ainsi que sur la température de la solution. On pourra réguler efficacement la composition de la solution en utilisant un cristalliseur, afin de régénérer continuellement la solution, ou encore un décapant "longue durée" pour assurer l'équilibre des masses de matériau entrant et sortant de la solution de satinage.

Si au cours du processus de satinage, l'aluminium perd de la masse à vitesse constante, la brillance diminue dans une moindre mesure. Au bout d'un certain temps, qui varie en fonction des conditions de satinage, on atteint un niveau de brillance à peu près constant. Les installations d'anodisation doivent identifier le régime qui correspond à leurs propres conditions de satinage et fixer la durée du traitement par rapport à ce régime. Cela leur permettra de beaucoup mieux contrôler la procédure et de réduire les inégalités de production qui pourraient résulter d'une mauvaise reproductibilité du temps de satinage, d'un drainage excessif suite au retrait de la charge et d'un rinçage excessif avec des valeurs de pH relativement élevées.

11.6.2.5 Décapage / neutralisation

Après brillantage ou satinage alcalin et avant anodisation, il peut être nécessaire de décapager la surface. Généralement, les dépôts insolubles laissés à la surface des pièces par le satinage, mélange d'oxydes et de particules intermétalliques, paraissent gris. Mais les ajouts de cuivre à l'alliage forment des dépôts plus foncés qui peuvent paraître noirs sur les alliages de série 2xxx.

Le brillantage dans des solutions à base de cuivre laisse une couche visible de cuivre métallique sur la surface de l'aluminium. Cependant, elle s'élimine facilement.

Le décapage est utilisé aux fins suivantes.

- Éliminer les composés intermétalliques de 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.

Différentes solutions peuvent être utilisées pour le décapage. L'acide sulfurique est favorisé en raison de sa compatibilité avec la solution d'anodisation. La solution d'anodisation usée peut être utilisée mais n'est efficace que sur les dépôts légers, par exemple sur de 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 peut se dégrader en dioxyde d'azote qui contribue aux NO_x. Il est efficace pour éliminer le cuivre de surface après brillantage ou à partir de l'AA 2024. Les solutions de décapage à base d'acide fluorhydrique éliminent les impuretés des alliages à haute teneur en silicium.

11.6.3 Anodisation architecturale et décorative

11.6.3.1 Procédés d'usage courant

Les procédés bien établis d'anodisation 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 H₂SO₄ 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 H₂SO₄), 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 du revêtement 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 H₂SO₄ 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 du revêtement. 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/dm² pour AA 5, AA 10
- 1,4 – 2,0 A/dm² pour AA 15
- 1,5 – 2,0 A/dm² pour AA 20
- 1,5 – 3,0 A/dm² 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 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 revêtement 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 du revêtement et la détérioration de la qualité, particulièrement à la surface de la couche.

11.6.4 Coloration

11.6.4.1 Procédés d'usage courant

Les procédés bien établis de coloration de l'aluminium anodisé 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 électrolytique à l'aide d'une solution à base de sels d'étain, de nickel ou de cobalt.

La coloration anodique 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 d'usage courant

Les procédés bien établis de colmatage sont les suivants.

- Colmatage à l'eau chaude avec ou sans agent anti-dépôt
- Pré-colmatage avant colmatage à l'eau chaude ou à la vapeur
- Colmatage à la vapeur
- Imprégnation à froid en deux étapes à base 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 à l'eau chaude 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.

Lorsqu'un adjuvant est utilisé dans les bains de colmatage (par exemple pour éviter la formation de dépôts), il convient d'être particulièrement vigilant et d'accorder la plus grande attention à l'essai de référence et 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 revêtement, 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 Procédés de colmatage à froid à base de sels de nickel et de sels fluorés

La norme ISO 7583 définit l'imprégnation 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 l'utilisation des procédés d'imprégnation à froid au moyen d'une solution à base de sels nickel et de sels fluorés (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 2 étapes : l'une où la couche anodique est colmatée, l'autre 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 d'imprégnation 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 les procédés d'imprégnation 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/ μm de couche anodique
- 5) Ions de phosphate inférieurs à 5 mg/l

Le rinçage qui suit la première étape du procédé d'imprégnation 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 brillantées.

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 de l'imprégnation 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 d'imprégnation à froid, un temps d'exposition à un taux d'humidité très élevé est nécessaire. Cependant, ce temps peut être diminué si l'on plonge 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 l'imprégnation 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 d'imprégnation 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 renferment des dispositions générales qui s'appliquent indépendamment du type d'anodisation. Ce qui suit est particulièrement important :

- Chapitre 6. Attribution et renouvellement d'une licence.
- Chapitre 7. Règlement relatif à l'emploi du label Qualanod.
- Chapitre 8. Inspections.
- Chapitre 9. Méthodes d'évaluation 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 Contrats avec les clients

12.4.1 Indications fournies par le client

Les indications suivantes doivent être fournies au licencié par le client, au besoin après consultation du fournisseur d'aluminium et/ou du licencié.

- Utilisation prévue de la pièce à anodiser.
- Nature de l'aluminium à anodiser (alliage et trempe).
- Étendue de la/des surfaces significatives de la pièce à anodiser.
- Méthode d'échantillonnage pour les essais d'acceptabilité (voir 9.1).
- Épaisseur de couche anodique requise, sauf indication contraire (voir 12.4.4).
- Position préférentielle et dimension maximale des marques de contact.
- Préparation de surface à utiliser avant anodisation, et limites de variation de l'état de surface final.
- Couleur de la pièce anodisée et limites maximales de variations de couleur.
- Méthode de colmatage à utiliser.

12.4.2 L'aluminium à anodiser

Les recommandations concernant le choix d'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 dûment marqués. Dans certains cas, il peut y avoir des exigences différentes concernant la finition de certaines pièces de la/des surfaces significatives.

12.4.4 Classe d'épaisseur

Les couches anodiques sont catégorisées en classes d'épaisseur, déterminées par les valeurs minimales autorisées de l'épaisseur moyenne et de l'épaisseur locale. Les classes d'épaisseur sont désignées par les lettres « AA ». Les définitions des classes d'épaisseur courantes 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 catégorie d'épaisseur sont présentées au chapitre 11.

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

Tableau 12-1. Classes d'épaisseur courantes

Classe d'épaisseur	Épaisseur moyenne minimale (µm)	Épaisseur locale minimale (µm)
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 au moyen d'échantillons de référence convenant aux deux parties.

12.4.7 Couleur

La variation de couleur acceptable est définie de préférence au moyen d'échantillons de référence convenant aux 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 indique les mesures prises.

12.6 Laboratoire et appareillage

12.6.1 Laboratoire

L'installation d'anodisation doit avoir un laboratoire situé dans une pièce dédiée et séparée des autres dispositifs. Des conditions adaptées à la réalisation des essais doivent être maintenues.

12.6.2 Appareillage

12.6.2.1 Dispositions générales

Selon l'essai, chaque appareil doit se conformer aux exigences de la norme correspondante. Chaque appareil doit être opérationnel et posséder une fiche technique indiquant son numéro d'identification et les contrôles d'étalonnage.

12.6.2.2 Appareillage pour le contrôle de la production

Pour mesurer l'épaisseur, chaque installation d'anodisation doit disposer au minimum de deux appareils à courant de Foucault ou d'un appareil à courant de Foucault et un microscope à coupe optique (9.2).

L'installation d'anodisation doit avoir 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
- moyens pour agiter la solution
- produits chimiques

Si l'installation d'anodisation pratique l'essai à la goutte de colorant, elle doit disposer des solutions nécessaires pour effectuer cet essai (9.3.3).

Si l'installation d'anodisation pratique l'essai d'admittance, elle doit avoir au moins un appareil pour mesurer l'admittance ainsi qu'un appareil d'étalonnage pour vérifier la précision de l'appareil (9.3.4).

Si l'installation d'anodisation pratique l'essai d'abrasion de surface, elle doit posséder du papier de verre validé (9.6.1).

L'installation d'anodisation doit pouvoir accéder à l'appareillage nécessaire à tout contrôle de la production demandé par le client et décrit dans la section 12.7. Tout organisme mandaté pour effectuer un tel essai doit être accrédité selon ISO 17025 pour cet essai.

12.6.2.3 Appareillage pour le contrôle des bains

L'installation d'anodisation doit être équipée d'un pH-mètre et de deux solutions tampons.

12.7 Contrôle de la production par le licencié

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

12.7.1 Essais requis

En fonction des produits créés, le licencié doit contrôler la qualité de sa production à l'aide des essais suivants (détails ci-après) :

- Épaisseur
- Essai de perte de masse
- Essai à la goutte de colorant et/ou essai d'admittance
- Évaluation des défauts visibles, de l'aspect 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 échantillons d'essai. Le titulaire de licence doit retenir une des options listées ci-dessous, rangées de 1 à 3 par ordre à privilégier. Les circonstances qui pourraient amener le titulaire de licence à adopter l'option 2 ou 3 comprennent celles où : i) il n'est pas possible de prélever des échantillons 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 échantillons d'essai doivent être prélevés sur le lot de production.

2) Les échantillons d'essai doivent être du même alliage que le lot de production et traités simultanément avec celui-ci.

3) Les échantillons d'essai peuvent être d'un alliage différent de celui du lot de production, mais doivent être traités en même temps. L'alliage doit contenir au moins 97 % d'aluminium. Si le titulaire de licence adopte fréquemment cette option, il devrait toujours utiliser le même alliage afin de pouvoir établir des enregistrements cohérents.

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

Le licencié 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

L'épaisseur moyenne et l'épaisseur locale des produits doivent être mesurées à l'aide de la méthode indiquée dans la section 9.2. Ces épaisseurs ne doivent pas être inférieures aux valeurs minimales de leur classe d'épaisseur.

Si elle est demandée par le client, la mesure de l'épaisseur doit être effectuée lors d'un essai d'acceptabilité de lot. Le client doit indiquer la méthode d'échantillonnage à utiliser ou si aucun échantillonnage du lot n'est requis.

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

Les valeurs minimales et maximales des épaisseurs moyennes et locales doivent être enregistrées dans le système de contrôle 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 à l'aide de la méthode indiquée section 9.3.1. La perte de masse ne doit pas excéder 30 mg/dm².

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

12.7.4.2 Essai à la goutte de colorant

Les produits anodisés doivent être évalués à l'aide de la méthode indiquée section 9.3.3. Le résultat ne doit pas excéder 2. Si c'est le cas, soit un essai de perte de masse est effectué, soit le colmatage est renouvelé.

Il s'agit d'un essai de contrôle de la production.

L'essai à la goutte doit être effectué au moins une fois par bain de colmatage et par poste de travail. Il doit toujours être réalisé sur la partie la plus épaisse du revêtement.

Pour les lignes d'anodisation 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 à l'aide de 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 , 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 à coloration 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.

Il s'agit d'un essai de contrôle de la production.

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

12.7.5 Défauts visibles

Les pièces doivent être examinées visuellement, conformément à la section 9.4.1. La distance d'observation des pièces anodisées 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

La qualité du métal reçu par le licencié doit être suffisante pour qu'après son traitement par la ligne d'anodisation, ses surfaces significatives soient exemptes de défauts visibles, selon les exigences du client. En cas de litige, à savoir si le traitement par la ligne d'anodisation réduirait suffisamment la visibilité des défauts des lignes de laminage ou de filage, la capacité de les supprimer ou de les masquer doit être évaluée sur un échantillon du métal. L'échantillon doit subir un traitement sur la ligne d'anodisation afin de produire la finition convenue entre le licencié et son client ; l'échantillon est ainsi évalué visuellement comme décrit ci-dessus.

12.7.6 Aspect de surface et couleur

L'aspect 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 convenus entre les parties intéressées

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

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

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

12.7.7 Propriétés de réflexion à la lumière

Non applicable.

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 échantillons en aluminium anodisé d'une épaisseur moyenne de 20 µm ou plus doit être évaluée à l'aide de la méthode de la section 9.6.1 ou de la section 9.6.2. Après l'application de la méthode de la section 9.6.1, le papier abrasif ne doit pas présenter de dépôt de poudre blanche important. Après l'application de la méthode de la section 9.6.2, le revêtement doit présenter un indice d'usure inférieur à 1,4.

En cas de litige, la méthode de la section 9.6.2 doit être l'essai de référence. Il s'agit d'un essai par comparaison qui nécessite l'utilisation d'un échantillon normalisé.

La méthode de la section 9.6.1 est un essai de contrôle de la production.

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

Il n'est pas nécessaire d'effectuer des essais d'abrasion sur les produits anodisés en continu. Toutefois, s'il est demandé par le client, un essai d'abrasion 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

À la demande du client, la résistance à la formation de criques par déformation des produits laminés anodisés doit être évaluée à l'aide de la méthode indiquée section 9.8. La fréquence de l'essai et les limites acceptables doivent faire l'objet d'un accord entre le licencié et le client.

L'évaluation de la résistance à la déformation peut être pertinente pour les produits laminés qui sont déformés après l'anodisation.

12.7.13 Solidité à la lumière

L'aluminium anodisé coloré doit être coloré à l'aide d'une technique qui a fait ses preuves 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 indiquée section 9.9.1.

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

12.7.14 Résistance au craquellement thermique

Non applicable.

12.7.15 Continuité du revêtement

À la demande du client, la continuité du revêtement des produits anodisés en continu doit être évaluée à l'aide de la méthode indiquée section 9.11. Après l'essai, l'examen visuel de la surface de l'échantillon ne doit révéler aucun point noir ni aucun point sombre rougeâtre.

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

12.7.16 Tension électrique 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 d'utilisation des produits de l'anodisation architecturale étant d'une telle longévité, les essais de vieillissement naturel ne sont pas effectués systématiquement.

12.8 Exigences concernant les procédés

12.8.1 Prétraitement

Le licencié peut utiliser tout procédé qu'il jugera 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 en utilisant 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 doivent être utilisés conformément aux instructions du fournisseur ou, en leur absence, aux instructions de travail du licencié.

Les procédés de coloration électrolytique doivent être utilisés conformément aux instructions du fournisseur ou, en leur absence, aux instructions de travail du licencié. Dans le cas des applications extérieures, le label de qualité ne doit pas être utilisé pour la coloration électrolytique noire obtenue à partir de sels de cuivre.

12.8.4 Procédé de colmatage

Les procédés de colmatage autres que le procédé hydrothermique ou par imprégnation à froid en deux étapes à l'aide d'une solution à base de fluorure de nickel, ne doivent pas être utilisés sans l'accord préalable de Qualanod.

12.8.5 Colmatage à l'eau chaude

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 (agent anti-dépôt, par exemple) doit être utilisé conformément aux instructions du fournisseur ou, en leur absence, aux instructions de travail du licencié.

12.8.6 Imprégnation à froid

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

Les procédés d'imprégnation à froid en deux étapes au moyen d'une solution à base de fluorure de nickel doivent être utilisés conformément aux instructions écrites du fournisseur

ou, en leur absence, aux instructions de travail du licencié. Voir les recommandations fournies dans la section 11.6.5.

12.8.7 Autres systèmes de colmatage

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

12.9 Méthodes pour le 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 concernant 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 concernant les bains de satinage acides, les analyses doivent se conformer aux instructions de travail du licencié. La fréquence minimale des analyses doit être de :

- une fois par jour et par bain, pour trois postes de travail par jour ;
- une fois tous les deux jours et par bain, pour deux postes de 8h/jour ;
- une fois tous les trois jours et par bain, pour un poste de 8h/jour ;
- une fois par jour d'utilisation de la ligne si le bain est dans une ligne d'anodisation en continu.

La composition du bain doit être ajustée en fonction des résultats des analyses.

La température de chaque bain de satinage doit être contrôlée à intervalles réguliers et au moins deux fois par poste de travail 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 jour et par bain, pour trois postes de travail par jour ;
- une fois tous les deux jours et par bain, pour deux postes de 8h/jour ;
- une fois tous les trois jours et par bain, pour un poste de 8h/jour ;
- une fois par jour d'utilisation de la ligne si le bain est dans une ligne d'anodisation en continu.

La composition du bain doit être ajustée en fonction des résultats des analyses.

La température de chaque bain de brillantage doit être contrôlée à intervalles réguliers et au moins deux fois par poste de travail 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 jour et par bain, pour trois postes de travail par jour ;
- une fois tous les deux jours et par bain, pour deux postes de 8h/jour ;
- une fois tous les trois jours et par bain, pour un poste de 8h/jour ;
- une fois par jour d'utilisation de la ligne si le bain est dans une ligne d'anodisation en continu.

La composition du bain doit être ajustée en fonction des résultats des analyses.

La température de chaque bain d'anodisation doit être contrôlée à intervalles réguliers et au moins deux fois par poste de travail 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 ceux des procédures à plusieurs étapes, doivent être analysés conformément aux instructions du fournisseur de produits chimiques de colmatage ou, en leur absence, aux instructions de travail du licencié.

Pour l'imprégnation à froid, la teneur en nickel du bain doit être contrôlée au moins :

- une fois par jour et par bain, pour trois postes de travail par jour ;
- une fois tous les deux jours et par bain, pour deux postes de 8h/jour ;
- une fois tous les trois jours et par bain, pour un poste de 8h/jour ;
- une fois par jour d'utilisation de la ligne si le bain est dans une ligne d'anodisation 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 des analyses.

La valeur du pH de tous les bains de colmatage, dont ceux des procédures à plusieurs étapes, doit être mesurée à intervalles réguliers et au moins deux fois par poste de travail quand la ligne est en service. La composition du bain doit être ajustée en fonction des résultats des analyses.

La température de chaque bain de colmatage doit être contrôlée à intervalles réguliers et au moins deux fois par poste de travail 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 son revêtement.

12.10 Registre de contrôle de la production

12.10.1 Dispositif de contrôle

L'installation d'anodisation 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 indiquée 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.
- 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, preuves que la technique de coloration est conforme à la section 12.7.13.
- Mesures prises à la suite de résultats non conformes.

Le registre doit comporter ce qui suit :

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

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

12.10.2 Traçabilité

Le licencié 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 l'installation. 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 visites d'inspection comme décrit chapitre 8, conformément aux exigences de la section 12.11. Afin d'éviter une visite d'inspection inutile, il est recommandé à l'installation de prévenir l'organisme compétent si elle craint de ne pas disposer, à certaines périodes, de pièces en nombre suffisant pour les essais.

12.11.2 Non-conformités

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

- Résultat d'épaisseur de revêtement 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 µm ou plus). *Voir 12.11.4*
- Registre de contrôle 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 produit pour l'anodisation et les étapes ultérieures d'une chaîne d'anodisation n'étant pas couramment utilisé sur des lignes d'anodisation architecturale ou sans agrément Qualanod en vigueur. *Voir chapitre 10*
- Absence d'appareil de mesure de l'épaisseur du revêtement en état de marche. *Voir 12.6*
- Absence d'appareil en état de marche ou des solutions nécessaires pour l'essai de perte de masse. *Voir 12.6*
- Absence d'appareil en état de marche ou de la solution nécessaire pour l'essai d'admittance ou absence des solutions nécessaires pour l'essai 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 demandé par le client. *Voir 12.6*

12.11.3 Repérage des pièces ayant subi un contrôle de qualité interne

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

Le licencié doit clairement identifier les pièces qui ne sont pas visées par sa licence d'anodisation architecturale. L'inspecteur peut vérifier le type d'anodisation en examinant, par exemple, le contrat qui lie l'anodiseur et son client.

12.11.4 Contrôle de la production lors d'une inspection

L'inspection peut comprendre les contrôles de la production suivants :

- Épaisseur du revêtement
- Perte de masse
- Goutte de colorant ou 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 du revêtement doivent être mesurées sur des produits utilisant la méthode à courant 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 à l'aide de la méthode d'essai de perte de masse indiquée section 9.3.1. La perte de masse ne doit pas excéder 30 mg/dm².

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

Les produits sont évalués à l'aide de la méthode d'essai d'admittance indiquée section 9.3.4.

La résistance à l'abrasion de surface des échantillons en aluminium anodisé d'une épaisseur moyenne de 20 µm ou plus doit être évaluée à l'aide de la méthode de la section 9.6.1 ou de la section 9.6.2. Après l'application de la méthode de la section 9.6.1, le papier abrasif ne doit pas présenter de dépôt de poudre blanche important. Après l'application de la méthode de la section 9.6.2, le revêtement doit présenter un indice d'usure inférieur à 1,4. En cas de litige après utilisation de la méthode de la section 9.6.1, appliquer la méthode de la section 9.6.2.

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 renferment des dispositions générales qui s'appliquent indépendamment du type d'anodisation. Ce qui suit est particulièrement important.

- Chapitre 6. Attribution et renouvellement d'une licence.
- Chapitre 7. Règlement relatif à l'emploi du label Qualanod.
- Chapitre 8. Inspections.
- Chapitre 9. Méthodes d'évaluation de la production.

13.2 Domaine d'application

Cette section précise les exigences concernant l'anodisation industrielle et les produits créés 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 créés 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 Contrats avec les clients

13.4.1 Indications à fournir par le client

Les indications suivantes, si adaptées, doivent être fournies au licencié par le client, au besoin après consultation du fournisseur d'aluminium et/ou du licencié :

- Utilisation prévue de la pièce à anodiser.
- Nature de l'aluminium à anodiser (alliage et trempe).
- Étendue de la/des surfaces significatives de la pièce à anodiser.
- Méthode d'échantillonnage pour les essais d'acceptabilité (voir 9.1).
- Épaisseur de couche anodique demandée.

- 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.
- Position préférentielle et dimension maximale des marques de contact.
- Exigence particulière concernant la préparation de la surface, ex. : grenailage, satinage, meulage.
- Couleur de la pièce anodisée, le cas échéant.
- Méthode de colmatage à utiliser. Le client peut indiquer sans colmatage ou un colmatage uniquement pour éliminer l'adhésivité.
- Exigence particulière concernant le post-traitement, ex. : imprégnation, meulage.
- Toute caractéristique particulière demandée, 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 d'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 dûment marqués. Dans certains cas, il peut y avoir des exigences différentes concernant la finition de certaines pièces de la/des surfaces significatives. Il peut s'avérer nécessaire de masquer certaines pièces afin de permettre la réalisation d'exigences différentes.

13.4.4 Catégories d'épaisseur

Les couches anodiques peuvent être classées selon leur classe d'épaisseur ou leur épaisseur nominale. La classe d'épaisseur est déterminée par les valeurs minimales autorisées pour l'épaisseur moyenne et l'épaisseur locale. Les classes d'épaisseur sont désignées par les lettres « AA ». Les définitions des classes d'épaisseur courantes 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 indications sur les épaisseurs nominales sont présentées au chapitre 11.

Tableau 13-1. Classes d'épaisseur courantes

Classe d'épaisseur	Épaisseur moyenne minimale (µm)	Épaisseur locale minimale (µm)
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 du revêtement 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 indique les mesures prises.

13.6 Laboratoire et appareillage

13.6.1 Laboratoire

L'installation d'anodisation doit avoir un laboratoire situé dans une pièce dédiée et séparée des autres dispositifs. Des conditions adaptées à la réalisation des essais doivent être maintenues.

13.6.2 Appareillage

13.6.2.1 Dispositions générales

Selon l'essai, chaque appareil doit se conformer aux exigences de la norme correspondante. Chaque appareil doit être opérationnel et posséder une fiche technique indiquant son numéro d'identification et les contrôles d'étalonnage.

13.6.2.2 Appareillage pour le contrôle de la production

Pour mesurer l'épaisseur, chaque installation d'anodisation doit disposer au minimum de deux appareils à courant de Foucault ou d'un appareil à courant de Foucault et un microscope à coupe optique (9.2).

L'installation d'anodisation doit avoir l'équipement suivant pour effectuer l'essai de perte de masse (9.3.1), s'il est demandé par le client :

- balance analytique (précision 0,1 mg)
- étuve
- dessiccateur
- appareil de chauffage
- moyens pour agiter la solution
- produits chimiques

L'installation d'anodisation doit disposer des solutions nécessaires pour effectuer l'essai à la goutte de colorant (9.3.3), s'il est demandé par le client.

L'installation d'anodisation doit avoir au moins un appareil pour mesurer l'admittance ainsi qu'un appareil d'étalonnage pour vérifier la précision de l'appareil (9.3.4), s'il est demandé par le client.

L'installation d'anodisation doit pouvoir accéder à l'appareillage nécessaire à tout contrôle de la production demandé par le client et décrit dans la section 13.7. Tout organisme mandaté pour effectuer un essai doit être accrédité selon ISO 17025 pour cet essai.

13.6.2.3 Appareillage pour le contrôle des bains

L'installation d'anodisation doit être équipée d'un pH-mètre et de deux solutions tampons.

13.7 Contrôle de la production par le licencié

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

13.7.1 Essais requis

En fonction des produits créés, le licencié doit contrôler la qualité de sa production à l'aide des essais suivants (détails ci-après) :

- Épaisseur
- Perte de masse (si demandé par le client)
- Goutte de colorant ou admittance, ou les deux (si demandé par le client)
- Défauts visibles
- Tolérances dimensionnelles finales (si demandées par le client)

De plus, le licencié doit exécuter tous les essais demandés par le client et décrits ci-après.

Il existe plusieurs possibilités pour prélever les échantillons d'essai. Le titulaire de licence doit retenir une des options listées ci-dessous, rangées de 1 à 3 par ordre à privilégier. Les circonstances qui pourraient amener le titulaire de licence à adopter l'option 2 ou 3 comprennent celles où : i) il n'est pas possible de prélever des échantillons 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 échantillons d'essai doivent être prélevés sur le lot de production.

2) Les échantillons d'essai doivent être du même alliage que le lot de production et traités simultanément avec celui-ci.

3) Les échantillons d'essai peuvent être d'un alliage différent de celui du lot de production, mais doivent être traités en même temps. L'alliage doit contenir au moins 97 % d'aluminium. Si le titulaire de licence adopte fréquemment cette option, il devrait toujours utiliser le même alliage afin de pouvoir établir des enregistrements cohérents.

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

Le licencié 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 à l'aide de 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 par la classe d'épaisseur.

Lorsqu'une épaisseur nominale inférieure ou égale à 50 µm est spécifiée, aucune pièce ne doit avoir une épaisseur moyenne de 20 % inférieure ou supérieure à l'épaisseur nominale. Lorsqu'une épaisseur nominale de plus de 50 µm est spécifiée, aucune pièce ne doit avoir une épaisseur moyenne de 10 % inférieure ou supérieure à l'épaisseur nominale.

Si elle est demandée par le client, la mesure de l'épaisseur doit être effectuée lors d'un essai d'acceptabilité de lot. Le client doit indiquer la méthode d'échantillonnage à utiliser ou si aucun échantillonnage du lot n'est requis.

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

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

13.7.3 Tolérances dimensionnelles

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

13.7.4 Qualité du colmatage

13.7.4.1 Essai de perte de masse

À la demande du client, les produits anodisés doivent être évalués à l'aide de la méthode indiquée section 9.3.1. La perte de masse ne doit pas excéder 30 mg/dm².

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

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

13.7.4.2 Essai à la goutte de colorant

À la demande du client, les produits anodisés doivent être évalués à l'aide de 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 et par poste de travail. Il doit toujours être réalisé sur la partie la plus épaisse du revêtement.

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

13.7.4.3 Essai d'admittance

À la demande du client, les produits anodisés doivent être évalués à l'aide de 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 à coloration 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.

Il s'agit d'un essai de contrôle de la production.

L'essai d'admittance doit être effectué au moins une fois par bain de colmatage et par poste de travail. Il n'est pas nécessaire d'effectuer des essais d'admittance sur les produits anodisés 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 constituent normalement pas un motif de rejet.

13.7.6 Aspect de surface et couleur

À la demande du client, l'aspect de surface et la couleur des pièces anodisées doivent se situer dans les limites acceptables convenues entre le licencié et le client.

13.7.7 Propriétés de réflexion à la lumière

Non applicable.

13.7.8 Résistance à la corrosion

À la demande du client, la résistance à la corrosion doit être évaluée, à l'aide d'une des méthodes de la section 9.5.

Après avoir subi l'essai au brouillard salin neutre (BS), un échantillon 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 (BSA) doit être effectué à l'aide d'échantillons de référence afin que la performance comparative des échantillons soit évaluée. Cela peut impliquer l'examen des échantillons au cours de l'essai. L'évaluation des échantillons corrodés doit être déterminée à l'aide d'un des systèmes décrits dans les normes ISO 8993 et ISO 8994. Les limites acceptables concernant l'essai BSA doivent faire l'objet d'un accord entre le licencié et le client.

Ces essais s'appliquent uniquement aux revêtements anodisés colmatés.

13.7.9 Résistance à l'usure

À la demande du client, la résistance à l'usure des couches anodiques doit être déterminée à l'aide de la méthode de la roue abrasive de la section 9.6.2., de la méthode du jet abrasif de la section 9.6.3 ou de la méthode Taber de la section 9.6.5. Le choix de la méthode et la procédure doivent être conformes 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 le licencié et le client.

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

Tableau 13-2. Valeurs acceptables des essais d'usure

Classe de matériaux	Nombre d'allers-retours (méthode de la roue abrasive)	Résistance relative moyenne minimale spécifique à l'abrasion (méthodes de la roue abrasive et du jet abrasif)	Perte de masse maximale (méthode Taber)
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

À la demande du client, la microdureté des couches anodiques doit être déterminée à l'aide de 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 le licencié et le client.

La fréquence de l'essai et les limites acceptables doivent faire l'objet d'un accord entre le licencié 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

À la demande du client, la résistance à la formation de criques par déformation des produits laminés anodisés doit être évaluée à l'aide de la méthode indiquée section 9.8. La fréquence de l'essai et les limites acceptables doivent faire l'objet d'un accord entre le licencié et le client.

Il peut être pertinent d'évaluer la résistance à la formation de criques par déformation des 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 du revêtement

À la demande du client, la continuité du revêtement des produits anodisés en continu doit être évaluée à l'aide de la méthode indiquée section 9.11. Après l'essai, l'examen visuel de la surface de l'échantillon ne doit révéler aucun point noir ni aucun point sombre rougeâtre.

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

13.7.16 Tension électrique de claquage

À la demande du client, la tension électrique de claquage doit être déterminée à l'aide de la méthode indiquée section 9.10.

La fréquence de l'essai et les limites acceptables doivent faire l'objet d'un accord entre le licencié 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 convient pas pour les revêtements non colmatés.

13.7.17 Masse par unité de surface

À la demande du client, la masse surfacique doit être déterminée par la méthode indiquée section 9.12.

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

mg/dm² pour un revêtement non colmaté d'une épaisseur de 50 µm, ou l'équivalent pour les revêtements d'épaisseurs différentes.

13.7.19 Rugosité

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

13.7.20 Essais de simulation d'utilisation

À la demande du client, les produits anodisés doivent être évalués à l'aide d'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 le licencié et le client.

13.8 Exigences concernant les procédés

13.8.1 Prétraitement

Le licencié peut utiliser tout procédé qu'il jugera 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 en utilisant des solutions à base d'acide sulfurique.

13.8.3 Coloration

Les colorants doivent être utilisés conformément aux instructions du fournisseur ou, en leur absence, aux instructions de travail du licencié.

Les procédés de coloration électrolytique doivent être utilisés conformément aux instructions du fournisseur ou, en leur absence, aux instructions de travail du licencié. Dans le cas des applications extérieures, le label de qualité ne doit pas être utilisé pour la coloration électrolytique noire obtenue à partir de sels de cuivre.

13.8.4 Procédé de 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 à l'eau chaude

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 (agent anti-dépôt, par exemple) doit être utilisé conformément aux instructions du fournisseur ou, en leur absence, aux instructions de travail du licencié.

13.8.6 Imprégnation à froid

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

Les procédés d'imprégnation à froid en deux étapes au moyen d'une solution à base de fluorure de nickel doivent être utilisés conformément aux instructions écrites du fournisseur ou, en leur absence, aux instructions de travail du licencié. 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 du licencié.

13.9 Méthodes pour le contrôle des procédés

Si le licencié et le client ont convenu d'exigences concernant l'aspect 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 concernant 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 concernant les bains de satinage acides, les analyses doivent se conformer aux instructions de travail du licencié. La fréquence minimale des analyses doit être de :

- une fois par jour et par bain, pour trois postes de travail par jour ;
- une fois tous les deux jours et par bain, pour deux postes de 8h/jour ;
- une fois tous les trois jours et par bain, pour un poste de 8h/jour ;
- une fois par jour d'utilisation de la ligne si le bain est dans une ligne d'anodisation en continu.

La composition du bain doit être ajustée en fonction des résultats des analyses.

La température de chaque bain de satinage doit être contrôlée à intervalles réguliers et au moins deux fois par poste de travail 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 jour et par bain, pour trois postes de travail par jour ;
- une fois tous les deux jours et par bain, pour deux postes de 8h/jour ;
- une fois tous les trois jours et par bain, pour un poste de 8h/jour ;
- une fois par jour d'utilisation de la ligne si le bain est dans une ligne d'anodisation en continu.

La composition du bain doit être ajustée en fonction des résultats des analyses.

La température de chaque bain de brillantage doit être contrôlée à intervalles réguliers et au moins deux fois par poste de travail 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 jour et par bain, pour trois postes de travail par jour ;
- une fois tous les deux jours et par bain, pour deux postes de 8h/jour ;
- une fois tous les trois jours et par bain, pour un poste de 8h/jour ;
- une fois par jour d'utilisation de la ligne si le bain est dans une ligne d'anodisation en continu.

La composition du bain doit être ajustée en fonction des résultats des analyses.

La température de chaque bain d'anodisation doit être contrôlée à intervalles réguliers et au moins deux fois par poste de travail 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 ceux des procédures à plusieurs étapes, doivent être analysés conformément aux instructions du fournisseur de produits chimiques de colmatage ou, en leur absence, aux instructions de travail du licencié.

Pour l'imprégnation à froid, la teneur en nickel du bain doit être contrôlée au moins :

- une fois par jour et par bain, pour trois postes de travail par jour ;
- une fois tous les deux jours et par bain, pour deux postes de 8h/jour ;
- une fois tous les trois jours et par bain, pour un poste de 8h/jour ;
- une fois par jour d'utilisation de la ligne si le bain est dans une ligne d'anodisation 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 des analyses.

La valeur du pH de tous les bains de colmatage, dont ceux des procédures à plusieurs étapes, doit être mesurée à intervalles réguliers et au moins deux fois par poste de travail quand la ligne est en service. La composition du bain doit être ajustée en fonction des résultats des analyses.

La température de chaque bain de colmatage doit être contrôlée à intervalles réguliers et au moins deux fois par poste de travail 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 de contrôle de la production

13.10.1 Registre des contrôles

L'installation d'anodisation doit disposer d'un système 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 revêtement convenue 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'essai à la goutte de colorant ou d'admittance (sur demande du client)
- Résultats de tout autre essai demandé par le client.
- Mesures prises à la suite de résultats non conformes.

Le registre doit comporter ce qui suit.

- Résultats des analyses et de la surveillance de la température des bains d'anodisation, et nombre de postes travaillés.
- Nom et application des produits chimiques et processus brevetés utilisés, pour le colmatage par exemple.

- Résultats des analyses et surveillance de la température et du pH des bains de colmatage.

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

13.10.2 Traçabilité

Le licencié 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 l'installation. 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 visites d'inspection comme décrit chapitre 8, conformément aux exigences de la section 13.11. Afin d'éviter une visite d'inspection inutile, il est recommandé à l'installation de prévenir l'organisme compétent si elle 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 revêtement 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 de contrôle 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 du revêtement en état de marche. *Voir 13.6*
- Absence d'appareil en état de marche ou des solutions nécessaires pour l'essai de perte de masse, si demandé par le client. *Voir 13.6*
- Absence d'appareil en état de marche ou de la solution nécessaire pour l'essai d'admittance ou absence des solutions nécessaires pour l'essai à la goutte de colorant, si demandé par le client. *Voir 13.6*
- Absence d'un appareil en état de marche pour tout essai spécifié dans les Directives Qualanod et demandé par le client. *Voir 13.6*

13.11.3 Repérage des pièces ayant subi un contrôle de qualité interne

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

Le licencié doit clairement identifier les pièces qui ne sont pas visées par sa licence d'anodisation industrielle. L'inspecteur peut vérifier le type d'anodisation en examinant, par exemple, le contrat qui lie l'anodiseur et son client.

13.11.4 Contrôle de la production lors d'une inspection

L'inspection peut comprendre les contrôles de la production suivants :

- Épaisseur du revêtement
- Perte de masse, s'il est demandé par le client pour le lot sélectionné

- Goutte de colorant ou admittance (les essais d'admittance sont effectués dans les 48 heures qui suivent le colmatage), si demandé par le client pour le lot sélectionné

L'épaisseur moyenne et l'épaisseur locale du revêtement doivent être mesurées sur des produits utilisant la méthode à courant 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 à l'aide de la méthode d'essai de perte de masse indiquée section 9.3.1. La perte de masse ne doit pas excéder 30 mg/dm².

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

Les produits sont évalués à l'aide de 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 renferment des dispositions générales qui s'appliquent indépendamment du type d'anodisation. Ce qui suit est particulièrement important.

- Chapitre 6. Attribution et renouvellement d'une licence.
- Chapitre 7. Règlement relatif à l'emploi du label Qualanod.
- Chapitre 8. Inspections.
- Chapitre 9. Méthodes d'évaluation de la production.

14.2 Domaine d'application

Cette section précise les exigences concernant l'anodisation décorative et les produits créés 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 Contrats avec les clients

14.4.1 Indications à fournir par le client

Les indications suivantes doivent être fournies au licencié par le client, au besoin après consultation du fournisseur d'aluminium et/ou du licencié :

- Utilisation prévue pour la pièce à anodiser.
- Nature de l'aluminium à anodiser (alliage et trempe).
- Étendue de la/des surfaces significatives de la pièce à anodiser.
- Méthode d'échantillonnage pour les essais d'acceptabilité (voir 9.1).
- Épaisseur de couche anodique demandée.
- Position préférentielle et dimension maximale des marques de contact.
- Préparation de surface à utiliser avant anodisation, et limites de variation de l'état de surface final.
- Couleur de la pièce anodisée et limites maximales de variations de couleur.
- Méthode de colmatage à utiliser. Le client peut indiquer un colmatage uniquement pour éliminer l'adhésivité.

14.4.2 L'aluminium à anodiser

Les recommandations concernant le choix d'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 dûment marqués. Dans certains cas, il peut y avoir des exigences différentes concernant la finition de certaines pièces de la/des surfaces significatives.

14.4.4 Catégories d'épaisseur

Les couches anodiques sont catégorisées en classes d'épaisseur, déterminées par les valeurs minimales autorisées de l'épaisseur moyenne et de l'épaisseur locale. Les classes

d'épaisseur sont désignées par les lettres « AA ». D'autres classes d'épaisseur sont autorisées, ex : AA 7 ou AA 18, et sont définies de la même façon. Les définitions des classes d'épaisseur courantes sont présentées dans le tableau 14-1.

Tableau 14-1. Catégories d'épaisseur courantes

Catégorie d'épaisseur	Épaisseur moyenne minimale (µm)	Épaisseur locale minimale (µm)
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 au moyen d'échantillons de référence convenant aux deux parties.

14.4.7 Couleur

La variation de couleur acceptable est définie de préférence au moyen d'échantillons de référence convenant aux 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 indique les mesures prises.

14.6 Laboratoire et appareillage

14.6.1 Laboratoire

L'installation d'anodisation doit avoir un laboratoire situé dans une pièce dédiée et séparée des autres dispositifs. Des conditions adaptées à la réalisation des essais doivent être maintenues.

14.6.2 Appareillage

14.6.2.1 Dispositions générales

Selon l'essai, chaque appareil doit se conformer aux exigences de la norme correspondante. Chaque appareil doit être opérationnel et posséder une fiche technique indiquant son numéro d'identification et les contrôles d'étalonnage.

14.6.2.2 Appareillage pour le contrôle de la production

Pour mesurer l'épaisseur, chaque installation d'anodisation doit disposer au minimum de deux appareils à courant de Foucault, ou d'un appareil à courant de Foucault et un microscope à coupe optique (9.2).

L'installation d'anodisation doit avoir 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
- moyens pour agiter la solution
- produits chimiques

Si l'installation d'anodisation pratique l'essai à la goutte de colorant, elle doit disposer des solutions nécessaires pour effectuer cet essai (9.3.3).

Si l'installation d'anodisation pratique l'essai d'admittance, elle doit avoir au moins un appareil pour mesurer l'admittance ainsi qu'un appareil d'étalonnage pour vérifier la précision de l'appareil (9.3.4).

L'installation d'anodisation doit pouvoir accéder à l'appareillage nécessaire à tout contrôle de la production demandé par le client et décrit dans la section 14.7. Tout organisme mandaté pour effectuer un essai doit être accrédité selon ISO 17025 pour cet essai.

14.6.2.3 Appareillage pour le contrôle des bains

L'installation d'anodisation doit être équipée d'un pH-mètre et de deux solutions tampons.

14.7 Contrôle de la production par le licencié

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

14.7.1 Essais requis

En fonction des produits créés, le licencié doit contrôler la qualité de sa production à l'aide des essais suivants (détails ci-après) :

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

De plus, le licencié doit effectuer tous les essais demandés par le client et décrits ci-après.

Il existe plusieurs possibilités pour prélever les échantillons d'essai. Le titulaire de licence doit retenir une des options listées ci-dessous, rangées de 1 à 3 par ordre à privilégier. Les circonstances qui pourraient amener le titulaire de licence à adopter l'option 2 ou 3 comprennent celles où : i) il n'est pas possible de prélever des échantillons 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 échantillons d'essai doivent être prélevés sur le lot de production.

2) Les échantillons d'essai doivent être du même alliage que le lot de production et traités simultanément avec celui-ci.

3) Les échantillons d'essai peuvent être d'un alliage différent de celui du lot de production, mais doivent être traités en même temps. L'alliage doit contenir au moins 97 % d'aluminium. Si le titulaire de licence adopte fréquemment cette option, il devrait toujours utiliser le même alliage afin de pouvoir établir des enregistrements cohérents.

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

Le licencié 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

L'épaisseur moyenne et l'épaisseur locale des produits doivent être mesurées à l'aide de la méthode indiquée dans la section 9.2. Ces épaisseurs ne doivent pas être inférieures aux valeurs minimales de leur classe d'épaisseur.

Si elle est demandée par le client, la mesure de l'épaisseur doit être effectuée lors d'un essai d'acceptabilité de lot. Le client doit indiquer la méthode d'échantillonnage à utiliser ou si aucun échantillonnage du lot n'est requis.

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

Les valeurs minimales et maximales des épaisseurs moyennes et locales doivent être enregistrées dans le système de contrôle 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 à l'aide des méthodes section 9.3.1 ou 9.3.2. La perte de masse ne doit pas excéder 30 mg/dm². La méthode doit faire l'objet d'un accord entre le licencié 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 jour et par bain de colmatage si la production d'anodisation colorée représente 100 % de la production totale de la semaine ;
- une fois tous les deux jours et par bain de colmatage si la production d'anodisation colorée représente plus de 50 % et moins de 100 % de la production totale de la semaine ;
- une fois par semaine et par bain de colmatage si la production d'anodisation colorée représente moins de 50 % de la production totale de la semaine ;
- une fois par jour et par ligne d'anodisation en continu en service.

14.7.4.2 Essai à la goutte de colorant

Les produits anodisés doivent être évalués selon la méthode indiquée section 9.3.3. Le résultat ne doit pas excéder 2. Si c'est le cas, ou un essai de perte de masse est effectué, ou le colmatage est renouvelé.

Il s'agit d'un essai de contrôle de la production pour évaluer la qualité du colmatage. C'est un essai d'acceptation du pouvoir d'absorption d'une surface anodisée.

L'essai à la goutte doit être effectué au moins une fois par bain de colmatage et par poste de travail. Il doit toujours être réalisé sur la partie la plus épaisse du revêtement.

Pour les lignes d'anodisation 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 à l'aide de 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, 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 à coloration 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.

Il s'agit d'un essai de contrôle de la production.

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

14.7.5 Défauts visibles

Les pièces anodisées doivent être prélevées selon un système d'échantillonnage convenu entre les parties intéressées. La/les surfaces significatives 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 le licencié doit être de qualité suffisante pour qu'après son traitement sur la ligne d'anodisation, ses surfaces significatives soient exemptes de défauts visibles conformément aux demandes du client. Au moins doute concernant la diminution de la visibilité des défauts, des lignes de laminage ou des lignes de filage après traitement par la ligne d'anodisation, la capacité de les supprimer ou de les masquer doit être évaluée sur un échantillon du métal. L'échantillon doit subir un traitement par la ligne d'anodisation afin de produire la finition convenue entre le licencié et son client ; l'échantillon est ainsi évalué par examen visuel comme décrit ci-dessus.

14.7.6 Aspect de surface et couleur

L'aspect 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 convenus entre les parties

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

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

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

14.7.7 Propriétés de réflexion à la lumière

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

14.7.8 Résistance à la corrosion

Non applicable.

14.7.9 Résistance à l'usure

À la demande du client, la résistance à l'usure de masse des produits anodisés doit être évaluée, à l'aide des méthodes indiquées sections 9.6.2, 9.6.3 ou 9.6.4. La méthode, la fréquence de l'essai et les limites acceptables doivent faire l'objet d'un accord entre le licencié 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

À la demande du client, la résistance à la formation de criques par déformation des produits laminés anodisés doit être évaluée à l'aide de la méthode indiquée section 9.8. La fréquence de l'essai et les limites acceptables doivent faire l'objet d'un accord entre le licencié et le client.

L'évaluation de la résistance à la déformation peut être pertinente pour les produits laminés qui sont déformés après l'anodisation.

14.7.13 Solidité à la lumière

À la demande du client, la solidité à la lumière des couches anodiques doit être évaluée à l'aide de la méthode indiquée section 9.9.1. La fréquence de l'essai et les limites acceptables doivent faire l'objet d'un accord entre le licencié et le client.

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

À la demande du client, la résistance au rayonnement ultraviolet des couches anodiques doit être évaluée à l'aide de la méthode indiquée section 9.9.2. La fréquence de l'essai et les limites acceptables doivent faire l'objet d'un accord entre le licencié et le client.

14.7.14 Résistance au craquellement thermique

À la demande du client, la résistance au craquellement thermique des produits anodisés doit être évaluée à l'aide de la méthode indiquée section 9.13. La fréquence de l'essai et les limites acceptables doivent faire l'objet d'un accord entre le licencié et le client. En l'absence d'accord, le traitement des couches anodiques à une température de métal inférieure à 80 °C ne doit provoquer aucune craquelure visible.

14.7.15 Continuité du revêtement

À la demande du client, la continuité du revêtement des produits anodisés en continu doit être évaluée à l'aide de la méthode indiquée section 9.11. Après l'essai, l'examen visuel de la surface de l'échantillon ne doit révéler aucun point noir ni aucun point sombre rougeâtre.

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

14.7.16 Tension électrique 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

À la demande du client, les produits anodisés doivent être évalués à l'aide d'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 le licencié et le client.

14.8 Exigences concernant les procédés

14.8.1 Prétraitement

Le licencié peut utiliser tout procédé qu'il jugera 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 en utilisant des solutions à base d'acide sulfurique.

14.8.3 Coloration

Les colorants doivent être utilisés conformément aux instructions du fournisseur ou, en leur absence, aux instructions de travail du licencié.

Les procédés de coloration électrolytique doivent être utilisés conformément aux instructions du fournisseur ou, en leur absence, aux instructions de travail du licencié.

14.8.4 Procédé de 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 à l'eau chaude

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 (agent anti-dépôt, par exemple) doit être utilisé conformément aux instructions du fournisseur ou, en leur absence, aux instructions de travail du licencié.

14.8.6 Imprégnation à froid

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

Les procédés d'imprégnation à froid en deux étapes au moyen d'une solution à base de fluorure de nickel doivent être utilisés conformément aux instructions écrites du fournisseur ou, en leur absence, aux instructions de travail du licencié. 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 du licencié.

14.9 Méthodes pour le 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 concernant 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 concernant les bains de satinage acides, les analyses doivent se conformer aux instructions de travail du licencié. La fréquence minimale des analyses doit être de :

- une fois par jour et par bain, pour trois postes de travail par jour ;
- une fois tous les deux jours et par bain, pour deux postes de 8h/jour ;
- une fois tous les trois jours et par bain, pour un poste de 8h/jour ;
- une fois par jour d'utilisation de la ligne si le bain est dans une ligne d'anodisation en continu.

La composition du bain doit être ajustée en fonction des résultats des analyses.

La température de chaque bain de satinage doit être contrôlée à intervalles réguliers et au moins deux fois par poste de travail 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 jour et par bain, pour trois postes de travail par jour ;
- une fois tous les deux jours et par bain, pour deux postes de 8h/jour ;
- une fois tous les trois jours et par bain, pour un poste de 8h/jour ;
- une fois par jour d'utilisation de la ligne si le bain est dans une ligne d'anodisation en continu.

La composition du bain doit être ajustée en fonction des résultats des analyses.

La température de chaque bain de brillantage doit être contrôlée à intervalles réguliers et au moins deux fois par poste de travail 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 jour et par bain, pour trois postes de travail par jour ;
- une fois tous les deux jours et par bain, pour deux postes de 8h/jour ;
- une fois tous les trois jours et par bain, pour un poste de 8h/jour ;
- une fois par jour d'utilisation de la ligne si le bain est dans une ligne d'anodisation en continu.

La composition du bain doit être ajustée en fonction des résultats des analyses.

La température de chaque bain d'anodisation doit être contrôlée à intervalles réguliers et au moins deux fois par poste de travail 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 ceux des procédures à plusieurs étapes, doivent être analysés conformément aux instructions du fournisseur de produits chimiques de colmatage ou, en leur absence, aux instructions de travail du licencié.

Pour l'imprégnation à froid, les teneurs en fluorure libre et en nickel du bain doivent être contrôlées au moins :

- une fois par jour et par bain, pour trois postes de travail par jour ;
- une fois tous les deux jours et par bain, pour deux postes de 8h/jour ;
- une fois tous les trois jours et par bain, pour un poste de 8h/jour ;
- une fois par jour d'utilisation de la ligne si le bain est dans une ligne d'anodisation 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 des analyses.

La valeur du pH de tous les bains de colmatage, dont ceux des procédures à plusieurs étapes, doit être mesurée à intervalles réguliers et au moins deux fois par poste de travail quand la ligne est en service. La composition du bain doit être ajustée en fonction des résultats des analyses.

La température de chaque bain de colmatage doit être contrôlée à intervalles réguliers et au moins deux fois par poste de travail 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 son revêtement.

14.10 Registre de contrôle de la production

14.10.1 Registre des contrôles

L'installation d'anodisation doit disposer d'un système 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 convenue 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
- S'il y a lieu, résultats de l'essai à la goutte de colorant ou d'admittance.
- Résultats de tout autre essai demandé par le client.
- Mesures prises à la suite de résultats non conformes.

Le registre doit comporter ce qui suit :

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

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

14.10.2 Traçabilité

Le licencié 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 l'installation. 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 visites d'inspection comme décrit chapitre 8, conformément aux exigences de la section 14.11. Afin d'éviter une visite d'inspection inutile, il est recommandé à l'installation de prévenir l'organisme compétent si elle craint de ne pas disposer, à certaines périodes, de pièces en nombre suffisant pour les essais.

14.11.2 Non-conformités

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

- Résultat d'épaisseur de revêtement non conforme. *Voir 14.11.4*
- Résultat d'essai de perte de masse non conforme. *Voir 14.11.4*
- Registre de contrôle 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 de mesure de l'épaisseur du revêtement en état de marche. *Voir 14.6*
- Absence d'appareil en état de marche ou des solutions nécessaires pour l'essai de perte de masse. *Voir 14.6*
- Absence d'appareil en état de marche ou de la solution nécessaire pour l'essai d'admittance ou absence des solutions nécessaires pour l'essai 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 demandé par le client. *Voir 14.6*

14.11.3 Repérage des pièces ayant subi un contrôle de qualité interne

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

Le licencié doit clairement identifier les pièces qui ne sont pas visées par sa licence d'anodisation décorative. L'inspecteur peut vérifier le type d'anodisation en examinant, par exemple, le contrat qui lie l'anodiseur et son client.

14.11.4 Contrôle de la production lors d'une inspection

L'inspection peut comprendre les contrôles de la production suivants :

- Épaisseur du revêtement
- Perte de masse
- Goutte de colorant ou admittance (les essais d'admittance sont effectués dans les 48 heures qui suivent le colmatage)

L'épaisseur moyenne et l'épaisseur locale du revêtement doivent être mesurées sur des produits utilisant la méthode à courant 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 à l'aide de 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/dm².

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

Les produits sont évalués à l'aide de 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 renferment des dispositions générales qui s'appliquent indépendamment du type d'anodisation. Ce qui suit est particulièrement important.

- Chapitre 6. Attribution et renouvellement d'une licence.
- Chapitre 7. Règlement relatif à l'emploi du label Qualanod.
- Chapitre 8. Inspections.
- Chapitre 9. Méthodes d'évaluation de la production.

15.2 Domaine d'application

Cette section précise les exigences concernant l'anodisation dure et les produits créés 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 créés 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 Contrats avec les clients

15.4.1 Indications à fournir par le client

Les indications suivantes, si adaptées, doivent être fournies au licencié par le client, au besoin après consultation du fournisseur d'aluminium et/ou du licencié :

- Nature de l'aluminium à anodiser (alliage et trempe).
- Étendue de la/des surfaces significatives de la pièce à anodiser.
- Méthode d'échantillonnage pour les essais d'acceptabilité (voir 9.1).
- Épaisseur de couche anodique demandée.
- 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.
- Position préférentielle et dimension maximale des marques de contact.
- Exigence particulière concernant la préparation de la surface, ex. : grenailage, satinage, meulage.
- Exigence particulière concernant le post-traitement, ex. : imprégnation, meulage, colmatage.
- Toute caractéristique particulière demandée, telle que la résistance à la corrosion, la tension électrique de claquage et l'isolation électrique.

15.4.2 L'aluminium à anodiser

Les recommandations concernant le choix d'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 dûment marqués. Dans certains cas, il peut y avoir des exigences différentes concernant la finition de certaines pièces de la/des surfaces significatives. Il peut s'avérer

nécessaire de masquer certaines pièces afin de permettre la réalisation d'exigences différentes.

15.4.4 Catégories 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 du revêtement 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 indique les mesures prises.

15.6 Laboratoire et appareillage

15.6.1 Laboratoire

L'installation d'anodisation doit avoir un laboratoire situé dans une pièce dédiée et séparée des autres dispositifs. Des conditions adaptées à la réalisation des essais doivent être maintenues.

15.6.2 Appareillage

15.6.2.1 Dispositions générales

Selon l'essai, chaque appareil doit se conformer aux exigences de la norme correspondante. Chaque appareil doit être opérationnel et posséder une fiche technique indiquant son numéro d'identification et les contrôles d'étalonnage.

15.6.2.2 Appareillage pour le contrôle de la production

Pour mesurer l'épaisseur, chaque installation d'anodisation doit disposer au minimum de deux appareils à courant de Foucault, ou d'un appareil à courant de Foucault et un microscope à coupe optique (9.2).

L'installation d'anodisation doit disposer de l'appareillage nécessaire à la mesure de la résistance à l'usure. (9.6.2, 9.6.3, 9.6.5)

L'installation d'anodisation doit pouvoir accéder à l'appareillage nécessaire à tout contrôle de la production demandé par le client et décrit dans la section 15.7. Tout organisme mandaté pour effectuer un essai doit être accrédité selon ISO 17025 pour cet essai.

15.6.2.3 Appareillage pour le contrôle des bains

L'installation d'anodisation doit être équipée d'un pH-mètre et de deux solutions tampons.

15.7 Contrôle de la production par le licencié

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

15.7.1 Essais requis

En fonction des produits créés, le licencié doit contrôler la qualité de sa production à l'aide des essais suivants (détails ci-après) :

- Épaisseur
- Défauts visibles
- Résistance à l'usure
- Tolérances dimensionnelles finales, si demandées par le client

De plus, le licencié doit effectuer tous les essais demandés par le client et décrits ci-après.

Il existe plusieurs possibilités pour prélever les échantillons d'essai. Le titulaire de licence doit retenir une des options listées ci-dessous, rangées de 1 à 3 par ordre à privilégier. Les circonstances qui pourraient amener le titulaire de licence à adopter l'option 2 ou 3 comprennent celles où : i) il n'est pas possible de prélever des échantillons 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 échantillons d'essai doivent être prélevés sur le lot de production.

2) Les échantillons d'essai doivent être du même alliage que le lot de production et traités simultanément avec celui-ci.

3) Les échantillons d'essai peuvent être d'un alliage différent de celui du lot de production, mais doivent être traités en même temps. L'alliage doit contenir au moins 97 % d'aluminium. Si le titulaire de licence adopte fréquemment cette option, il devrait toujours utiliser le même alliage afin de pouvoir établir des enregistrements cohérents.

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

Le licencié 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 à l'aide de la méthode indiquée section 9.2.

Lorsqu'une épaisseur nominale inférieure ou égale à 50 μm est spécifiée, aucune pièce ne doit avoir une épaisseur moyenne de 20 % inférieure ou supérieure à l'épaisseur nominale. Lorsqu'une épaisseur nominale de plus de 50 μm est spécifiée, aucune pièce ne doit avoir une épaisseur moyenne de 10 μm inférieure ou supérieure à l'épaisseur nominale.

Si elle est demandée par le client, la mesure de l'épaisseur doit être effectuée lors d'un essai d'acceptabilité de lot. Le client doit indiquer la méthode d'échantillonnage à utiliser ou si aucun échantillonnage du lot n'est requis.

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

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

15.7.3 Tolérances dimensionnelles

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

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 constituent normalement pas un motif de rejet.

15.7.6 Aspect de surface et couleur

Non applicable.

15.7.7 Propriétés de réflexion à la lumière

Non applicable.

15.7.8 Résistance à la corrosion

À la demande du client, la résistance à la corrosion doit être évaluée à l'aide de la méthode d'essai au brouillard salin neutre, indiquée section 9.5. La durée de l'essai doit être de 336 heures.

Après avoir subi l'essai, un échantillon présentant une épaisseur de couche anodique de 50 µm ne doit montrer aucune piquûre 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 revêtements anodisés colmatés.

15.7.9 Résistance à l'usure

La résistance à l'usure des couches anodiques doit être déterminée à l'aide de la méthode de la roue abrasive de la section 9.6.2., de la méthode du jet abrasif de la section 9.6.3 ou de la méthode Taber de la section 9.6.5. Le choix de la méthode et la procédure doivent être conformes 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.

L'essai de la roue abrasive doit être de 800 à 100 allers-retours.

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

La résistance relative moyenne spécifique à l'abrasion des méthodes de la roue abrasive et du 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

À la demande du client, la microdureté des couches anodiques doit être déterminée à l'aide de 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 font l'objet d'un accord entre le licencié et le client. En l'absence d'accord, les critères suivants s'appliquent. La valeur de microdureté, $H_{V\ 0,05}$, des revêtements moins épais que 50 μm ne doit pas être inférieure à 400. La valeur de microdureté, $H_{V\ 0,05}$, des revêtements plus épais que 50 μm 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 du revêtement

Non applicable.

15.7.16 Tension électrique de claquage

À la demande du client, la tension électrique de claquage doit être déterminée à l'aide de la méthode indiquée section 9.10.

La fréquence de l'essai et les limites acceptables font l'objet d'un accord entre le licencié et le client. En l'absence d'accord, les couches anodiques épaisses de 50 μm doivent avoir une tension de claquage minimale de 1200 V. La moyenne de dix mesures doit être réalisée pour obtenir cette valeur.

Cette méthode ne convient pas pour les revêtements non colmatés.

15.7.17 Masse par unité de surface

À la demande du client, la masse surfacique doit être déterminée par la méthode indiquée section 9.12.

La fréquence de l'essai et les limites acceptables font l'objet d'un accord entre le licencié et le client. En l'absence d'accord, la masse surfacique doit être d'au moins 1100 mg/dm^2 pour un revêtement non colmaté d'une épaisseur de 50 μm , ou l'équivalent pour les revêtements d'épaisseurs différentes.

15.7.18 Rugosité

À la demande du client, la méthode, la fréquence de l'essai et les limites acceptables font l'objet d'un accord entre le licencié et le client.

15.7.19 Essais de simulation d'utilisation

À la demande du client, les produits anodisés doivent être évalués à l'aide d'un ou plusieurs essais indiqués par le client afin de simuler les conditions d'utilisation. La fréquence de l'essai et les limites acceptables font l'objet d'un accord entre le licencié et le client.

15.8 Exigences concernant les procédés

15.8.1 Prétraitement

Le licencié peut utiliser tout procédé qu'il jugera 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 en utilisant des solutions à base d'acide sulfurique.

15.8.3 Coloration

Non applicable.

15.8.4 Procédé de colmatage

Non applicable.

15.8.5 Colmatage à l'eau chaude

Non applicable.

15.8.6 Imprégnation à froid

Non applicable.

15.8.7 Autres systèmes de colmatage

Non applicable.

15.9 Méthodes pour le 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 jour et par bain, pour trois postes de travail par jour ;
- une fois tous les deux jours et par bain, pour deux postes de 8h/jour ;
- une fois tous les trois jours et par bain, pour un poste de 8h/jour.

La composition du bain doit être ajustée en fonction des résultats des analyses.

La température de chaque bain d'anodisation doit être contrôlée à intervalles réguliers et au moins deux fois par poste de travail 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 de contrôle de la production

15.10.1 Registre des contrôles

L'installation d'anodisation doit disposer d'un système 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 revêtement convenue et mesure de l'épaisseur réelle (valeurs minimales et maximales de l'épaisseur moyenne).
- Tolérances dimensionnelles finales, si demandées.
- Résultats de l'essai de résistance à l'usure.
- Résultats de tout autre essai demandé par le client.
- Mesures prises à la suite de résultats non conformes.

Le registre doit comporter ce qui suit.

- Résultats des analyses et de la surveillance de la température des bains d'anodisation, et nombre de postes travaillés.
- 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

Le licencié 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 l'installation. 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 visites d'inspection comme décrit chapitre 8, conformément aux exigences de la section 15.11. Afin d'éviter une visite d'inspection inutile, il est recommandé à l'installation de prévenir l'organisme compétent si elle craint de ne pas disposer, à certaines périodes, de pièces en nombre suffisant pour les essais.

15.11.2 Non-conformités

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

- Résultat d'épaisseur de revêtement non conforme (sauf si les tolérances dimensionnelles prévalent). *Voir 15.11.4*
- Registre de contrôle 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 de mesure de l'épaisseur du revêtement en état de marche. *Voir 15.6*
- Absence d'appareil en état de marche pour tester la résistance à l'usure. *Voir 15.6*

- Absence d'un appareil en état de marche pour tout essai spécifié dans les Directives Qualanod et demandé par le client. *Voir 15.6*

15.11.3 Repérage des pièces ayant subi un contrôle de qualité interne

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

Le licencié doit clairement identifier les pièces qui ne sont pas visées par sa licence d'anodisation dure. L'inspecteur peut vérifier le type d'anodisation en examinant, par exemple, le contrat qui lie l'anodiseur et son client.

15.11.4 Contrôle de la production lors d'une inspection

L'inspection peut comprendre les contrôles de la production suivants :

- Épaisseur du revêtement

Les épaisseurs moyennes du revêtement sont mesurées sur des produits utilisant la méthode à courant de Foucault définie dans la norme ISO 2360 (voir 9.2). Elles ne peuvent s'écarter des 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.