
**Traitement thermique — Maîtrise de
la qualité**

Heat treatment — Control of quality

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 20431:2023

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f914bcdf-80d4-4666-a3fc-7e62f10d3a73/iso-20431-2023>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 20431:2023

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f914bcdf-80d4-4666-a3fc-7e62f10d3a73/iso-20431-2023>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2023

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8
CH-1214 Vernier, Genève
Tél.: +41 22 749 01 11
E-mail: copyright@iso.org
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	v
Introduction	vi
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Système d'évaluation et de cotation des exigences et des recommandations	3
4.1 Généralités	3
4.2 Exigences générales	4
4.3 Cotation des exigences et recommandations	4
4.3.1 Généralités	4
4.3.2 Cotation des exigences	4
4.3.3 Cotation des recommandations	4
4.4 Évaluation de l'installation de traitement thermique	5
5 Exigences et recommandations	6
5.1 Organisation générale d'une installation de traitement thermique	6
5.1.1 Documentation (références G01 à G03)	6
5.1.2 Responsabilité de la direction (références G04 et G05)	6
5.1.3 Gestion des ressources humaines (références G06 à G010)	7
5.1.4 Gestion de l'infrastructure et des équipements (références G011 à G025)	7
5.1.5 Audit interne (références G026 et G027)	8
5.1.6 Maîtrise du produit non-conforme (références G028 à G036)	8
5.1.7 Amélioration continue (références G037 et G038)	9
5.1.8 Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité (AMDEC) (références G039 à G041)	9
5.1.9 Plan de surveillance (références G042 à G044)	9
5.1.10 Planification anticipée de la qualité de la production (références G045 et G046)	9
5.1.11 Statistiques (références G047 à G049)	9
5.1.12 Maîtrise, surveillance et enregistrement (références G050 à G062)	10
5.2 Revue de contrat et conception du traitement	11
5.2.1 Revue de contrat	11
5.2.2 Conception du traitement	11
5.3 Réalisation des traitements thermiques: Préparation	12
5.3.1 Généralités	12
5.3.2 Préparation de la charge	12
5.4 Réalisation du traitement: Maîtrise du cycle thermique	13
5.4.1 Dérive de la température et erreur sur la température de traitement (références T1 à T10)	13
5.4.2 Ecart des équipements de mesure SAT (essais de précision des systèmes) (références T11 à T17)	16
5.4.3 Contrôle de l'uniformité de la température du four (TUS) (références T18 à T31)	18
5.4.4 Dérive des temps des différentes phases du traitement (références HTT1 à HTT2)	21
5.5 Maîtrise du milieu de traitement	22
5.5.1 Généralités	22
5.5.2 Maîtrise de l'atmosphère contenant du carbone	22
5.5.3 Maîtrise des atmosphères de nitruration, nitrocarburation et traitements dérivés	23
5.5.4 Maîtrise des bains de sels et de la dérive du milieu de traitement	23
5.5.5 Maîtrise des conditions opératoires de trempe après chauffage superficiel par induction	24

5.5.6	Trempe laser (références L1 à L4)	25
5.5.7	Traitement thermique basse pression ou sous vide (références V1 à V7)	25
5.6	Maîtrise du refroidissement	25
5.6.1	Maîtrise du matériel et reproductibilité du traitement (références CEQ1 à CEQ3)	25
5.6.2	Maîtrise des paramètres de refroidissement (références CPM1 à CPM12)	25
5.7	Maîtrise du produit	26
5.7.1	Dérive des moyens d'essai (références CP1 et CP2)	26
5.7.2	Produit non conforme (références CP3 à CP5)	26
5.8	Parachèvements	27
Annexe A (normative) Fréquences de contrôle et d'étalonnage des équipements		28
Annexe B (informative) Exemple de grille de cotation des exigences et recommandations		30
Annexe C (informative) Exemple d'évaluation d'une installation de traitement thermique		36
Annexe D (normative) Méthodes de contrôle des chaînes de mesurage (SAT)		37
Bibliographie		42

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 20431:2023

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f914bcd4-80d4-4666-a3fc-7e62f10d3a73/iso-20431-2023>

Avant-propos

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

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier, de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'ISO attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'ISO ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de brevet revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'ISO n'avait pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse www.iso.org/brevets. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié tout ou partie de tels droits de propriété.

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir www.iso.org/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 244, *Fours industriels et équipements associés*.

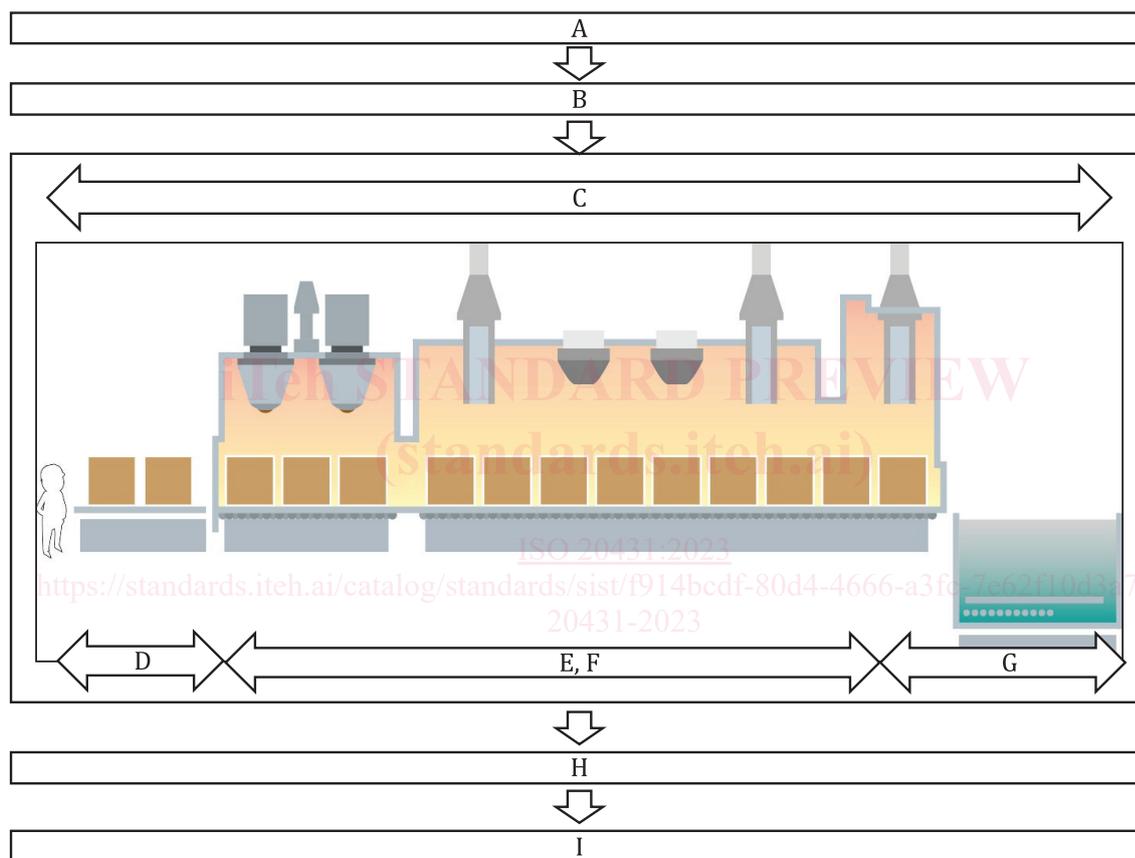
Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse www.iso.org/fr/members.html.

Introduction

Le présent document énumère les bonnes pratiques en vue de maîtriser la qualité dans l'application du traitement thermique. Le présent document est destiné à être utilisé avec des équipements construits conformément aux normes internationales pour les équipements de traitement thermique. Ces concepts peuvent également être appliqués à d'autres procédés de traitement thermique.

Le présent document constitue un référentiel d'évaluation et d'amélioration continue qui s'intègre dans le système de gestion de la qualité d'une installation de traitement thermique.

La [Figure 1](#) illustre le synoptique classique d'un processus de traitement thermique. Les étapes principales font l'objet d'exigences et de recommandations dans le présent document.



Légende

- | | |
|--|--|
| A organisation générale d'une installation de traitement thermique (voir 5.1) | F maîtrise du milieu de traitement (voir 5.5) |
| B revue de contrat et conception du traitement (voir 5.2) | G maîtrise du refroidissement (voir 5.6) |
| C réalisation du traitement | H maîtrise du contrôle du produit (voir 5.7) |
| D préparation (voir 5.3) | I parachèvements (voir 5.8) |
| E maîtrise du cycle thermique (voir 5.4) | |

Figure 1 — Processus de traitement thermique

Traitement thermique — Maîtrise de la qualité

1 Domaine d'application

Le présent document définit les exigences et recommandations relatives à la qualité applicables au traitement thermique de pièces mécaniques destinées à être utilisées dans l'industrie (par exemple, construction automobile, aérospatiale, systèmes de pipeline, équipement de génie civil, engins de terrassement, équipement agricole, industrie navale, équipement énergétique, outillage, fixations).

Le présent document constitue une référence pour la réalisation d'audit qualité et d'audit d'installations de traitement thermique intégrés ou de sous-traitance. Le présent document peut également servir de base de discussion et d'élaboration de cahiers des charges.

Une description de l'étalonnage de l'équipement et de la fréquence des contrôles est donnée dans l'[Annexe A](#). Un exemple de tableau de notation est donné dans l'[Annexe B](#). Un exemple de rapport d'audit est donné dans l'[Annexe C](#). Les différentes méthodes de contrôle des chaînes de mesurage (SAT) sont présentées dans l'[Annexe D](#).

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 4885, *Matériaux ferreux — Traitements thermiques — Vocabulaire*

ISO 6506 (toutes les parties), *Matériaux métalliques — Essai de dureté Brinell*

ISO 6507 (toutes les parties), *Matériaux métalliques — Essai de dureté Vickers*

ISO 6508 (toutes les parties), *Matériaux métalliques — Essai de dureté Rockwell*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et les définitions de l'ISO 4885 ainsi que les suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <https://www.electropedia.org/>

3.1 installation de traitement thermique

ensemble des équipements mettant en œuvre des procédés associés entre eux permettant de modifier, par un cycle thermique, les propriétés physiques, mécaniques et/ou chimiques d'un matériau

3.2 recommandation

conseils et critère (critères) préférés fournissant une orientation, mais non exigés pour être conforme au présent document

3.3

exigence

critère (critères) à respecter afin d'obtenir la conformité au présent document

Note 1 à l'article: Une exigence non remplie peut avoir un impact sur la (les) *caractéristique(s) spéciale(s)* (3.5) du produit final.

3.4

revue de contrat

action systématique effectuée afin d'identifier les *exigences* (3.3) et les attentes pour les sorties de processus telles qu'exprimées dans des documents et qui peuvent être réalisées

Note 1 à l'article: Les exigences et les attentes pour le processus peuvent être internes (traitement thermique en interne) ou externes (émanant du client).

3.5

caractéristique spéciale

caractéristique ou propriété d'un produit final qui peut impacter, contribuer à, ou affecter la sécurité, ou la conformité aux réglementations, l'aptitude à l'emploi, la fonction, les performances du produit ou les opérations de finition ultérieures sur ce produit

3.6

planification anticipée de la qualité de la production

processus définissant les règles pour la planification de toutes les étapes de la réalisation du produit, de la revue d'offre jusqu'à la livraison, afin de satisfaire aux *exigences* (3.3) du client

Note 1 à l'article: La planification anticipée de la qualité de la production est bien connue sous le nom de planification avancée de la qualité de production (APQP) dans l'industrie automobile.

Note 2 à l'article: Les exigences peuvent être internes (traitement thermique en interne) ou externes (émanant du client).

3.7

vérification

fourniture de preuves tangibles qu'une entité donnée satisfait à des *exigences* (3.3) spécifiées

[SOURCE: ISO/IEC Guide 99:2007, 2.44, modifié — EXEMPLE et NOTES retirés.]

3.8

étalonnage

ensemble des opérations établissant, dans des conditions spécifiées, la relation entre les valeurs de la grandeur indiquée par un appareil de mesure ou un système de mesure, ou les valeurs représentées par une mesure matérialisée ou par un matériau de référence, et les valeurs correspondantes de la grandeur réalisées par des étalons

Note 1 à l'article: Adapté de ISO/IEC Guide 99:2007, 2.39.

3.9

chaîne de mesurage

suite d'éléments d'un système de mesure qui constitue un seul chemin du signal depuis le capteur jusqu'à l'élément de sortie

EXEMPLE Un système d'affichage ou d'enregistrement.

Note 1 à l'article: Chaque élément de la chaîne est caractérisé par ses propriétés métrologiques qui sont principalement l'étendue de mesure, la justesse, la reproductibilité, la résolution, la dérive en fonction des grandeurs d'influence, la dérive dans le temps selon les conditions d'utilisation et en conséquence l'incertitude de mesure.

[SOURCE: ISO/IEC Guide 99:2007, 3.10, modifié — Note 1 à l'article ajoutée EXEMPLE inséré au lieu des EXEMPLES 1 et 2.]

3.10**système de régulation**

dispositif(s) composé(s) de capteur(s) qui mesure(nt) une caractéristique physique à surveiller et fournit des signaux de commande au système de commande pour respecter le seuil de tolérance

3.11**chaîne de surveillance**

système composé d'élément(s) de surveillance qui transmet(tent) un signal (par exemple, tension, courant) à un système d'enregistrement

3.12**modification majeure**

toute modification des paramètres de processus référencée dans le dossier de validation (pièces de qualification) et qui impacte les *caractéristique(s) spéciale(s)* (3.5) du produit final

3.13**temps de traitement**

temps de maintien

incrément de temps du cycle thermique au cours duquel la température est maintenue constante

Note 1 à l'article: Le temps de traitement commence lorsque le capteur de température de charge atteint la température minimale de la tolérance. Le temps de traitement se termine lorsque le capteur de température de charge quitte la température minimale de la tolérance.

3.14**matrice des responsabilités**

description détaillée du personnel désigné pour les principales fonctions de gestion et de supervision du traitement thermique, y compris le personnel de remplacement

3.15**conception du traitement thermique**

phase au cours de laquelle l'organisation analyse les *exigences* (3.3) du client, évalue si elles sont techniquement réalisables et identifie les conditions nécessaires au bon déroulement de son processus

Note 1 à l'article: Cette phase comprend notamment les résultats des essais de confirmation de faisabilité, les résultats des essais dans des conditions industrielles, le développement d'une recette, la *vérification* (3.7) de la capacité et les éventuelles limitations ou avertissements à porter à l'attention du client.

3.16**plan détaillé de traitement thermique**

ensemble de procédures ou spécifications qui décrit au moins les paramètres et tolérances du processus de traitement thermique, les moyens de surveillance et de régulation, les *vérifications* (3.7) de l'équipement et leurs fréquences

3.17**enregistrement électronique**

toute combinaison de texte, de graphiques, de données, d'audio, d'images ou de toute autre représentation d'information sous forme numérique qui est créée, modifiée, maintenue, archivée, récupérée, ou distribuée par un système informatique

4 Système d'évaluation et de cotation des exigences et des recommandations**4.1 Généralités**

L'évaluation doit porter sur les exigences et recommandations énumérées à l'[Article 5](#) et identifiées selon leur nature conformément au [Tableau 1](#).

Tableau 1 — Identification des exigences et recommandations

Identifiant de l'exigence ou de la recommandation	Nature de l'exigence ou de la recommandation	Paragraphe dans le document
GO	Organisation générale	5.1
CR	Revue de contrat	5.2.1
HTP	Conception du traitement thermique	5.2.2
PR	Préparation	5.3
T	Température de traitement thermique	5.4.1 à 5.4.3
HTT	Temps de traitement thermique	5.4.4
C	Atmosphères contenant du carbone	5.5.2
N	Atmosphères de nitruration, nitrocarburation et traitements dérivés	5.5.3
SB	Bains de sels	5.5.4
SH	Durcissement de surface (trempe après chauffage superficiel)	5.5.5
L	Durcissement laser	5.5.6
V	Traitement thermique basse pression ou sous vide	5.5.7
CEQ	Matériel de refroidissement	5.6.1
CPM	Paramètres de refroidissement	5.6.2
CP	Essais de contrôle du produit	5.7
F	Parachèvements	5.8

4.2 Exigences générales

Pour déclarer l'installation de traitement thermique conforme au présent document un système de gestion de la qualité doit permettre de répondre aux exigences de ses clients.

Toute opération sous-traitée doit faire l'objet d'une évaluation conformément au présent document.

NOTE 1 Les clients peuvent être internes et externes.

NOTE 2 Le référentiel de base utilisé est souvent complété par d'autres certifications et accréditations, si cela se révèle nécessaire (par exemple, ISO 9001).

4.3 Cotation des exigences et recommandations

4.3.1 Généralités

La détermination des notes acceptables fait partie intégrante de l'accord contractuel.

4.3.2 Cotation des exigences

Les exigences doivent être cotées conformément aux critères suivants:

- une exigence satisfaite est cotée 100;
- une exigence non satisfaite est cotée 0.

Une exigence non satisfaite doit donner lieu à un plan d'action systématique.

4.3.3 Cotation des recommandations

Les recommandations doivent être cotées selon les criticités énumérées au [Tableau 2](#):

Tableau 2 — Cotations des recommandations en fonction de leur criticité

Criticité de la recommandation	Cotation
Recommandation satisfaite	100
Recommandation partiellement remplie sans nouvelle action corrective proposée	80
Recommandation partiellement remplie avec action corrective proposée	50
Pas de conformité avec action corrective proposée	20

Toutes les exigences et recommandations énumérées dans [l'Article 5](#) doivent être cotées conformément aux critères de [4.3.2](#) et [4.3.3](#). Si une exigence ou une recommandation n'est pas pertinente pour l'installation de traitement thermique en cours d'évaluation, elle doit être cotée "S/O" (sans objet).

Si l'audit n'est pas terminé, le client et le fournisseur doivent convenir d'utiliser les cotations finales conformément au présent document. Dans ce cas, les exigences et recommandations qui n'ont pas été vues au cours de l'audit doivent être cotées "S/O" et doivent être documentées dans le rapport d'audit.

Il convient d'utiliser le tableau de cotation donné dans le [Tableau B.1](#).

Il convient de consigner toutes les mesures correctives et les exigences non satisfaites identifiées dans un rapport destiné à surveiller l'amélioration continue du programme qualité de l'installation de traitement thermique.

4.4 Évaluation de l'installation de traitement thermique

L'évaluation finale de l'installation de traitement thermique doit être établie selon les critères suivants.

- Cotation finale: rapport entre la somme pondérée des cotations des exigences et recommandations et le nombre d'exigences et recommandations cotées applicables (A).
- Cotation pour les exigences finales seulement: rapport entre la somme pondérée des cotations des exigences et le nombre des exigences cotées applicables.
- Cotation par nature des exigences et recommandations: Pour chaque nature d'exigences et recommandations, rapport entre la somme des cotations des exigences et recommandations et le nombre d'exigences et recommandations cotées applicables (N_0 , N_{20} , N_{50} , N_{80} et N_{100}). Le calcul des cotations par exigence se fait en utilisant la [Formule \(1\)](#) ligne par ligne.

$$S = (B + C + D + E) / A \quad (1)$$

où

S est la cotation;

B est le nombre N_{20} de recommandation non conforme avec action corrective proposée multipliée par 20;

C est le nombre N_{50} de recommandation partiellement remplie avec action corrective proposée multipliée par 50;

D est le nombre N_{80} de recommandation partiellement remplie sans action corrective nouvelle proposée multipliée par 80;

E est le nombre N_{100} de recommandation satisfaite multipliée par 100;

A est le nombre d'exigences et recommandations cotées applicables

NOTE 1 Les cotations sont proportionnelles au niveau de qualité.

L'évaluation de l'installation de traitement thermique doit être établie à l'aide du [Tableau 3](#).

Tableau 3 — Évaluation de l'installation de traitement thermique

Référence	Section de l'audit	A	Exigences		Recommandations				Score
			N_0	N_{100}	N_{20}	N_{50}	N_{80}	N_{100}	
5.1	Organisation générale de l'atelier de traitement thermique								
5.2	Revue de contrat et préparation du traitement								
5.3	Réalisation des traitements thermiques:								
5.4		Préparation							
5.5		Maîtrise du cycle thermique							
5.6		Maîtrise du milieu de traitement							
5.7	Maîtrise du refroidissement								
5.7	Maîtrise du contrôle du produit								
5.8	Parachèvements								
Résultat final (sur la totalité de l'audit)									

Lorsqu'une cotation minimale est à obtenir et/ou si des recommandations sont à satisfaire comme exigences, le client doit informer le fournisseur dans un délai convenu entre les deux parties ou par défaut deux semaines avant l'audit.

NOTE 2 Un exemple d'évaluation et de calcul de cotations est donné à l'[Annexe C](#).

5 Exigences et recommandations

5.1 Organisation générale d'une installation de traitement thermique

5.1.1 Documentation (références G01 à G03)

Exigence G01: Pour chaque processus de traitement thermique, de préparation ou d'essai, un plan détaillé de traitement thermique doit être disponible pour le personnel impliqué dans l'utilisation des équipements de traitement thermique. Les étapes du processus et les principaux paramètres d'exploitation avec leurs tolérances doivent être spécifiés dans ce document.

Exigence G02: Le plan détaillé de traitement thermique doit spécifier les réponses en cas d'incident et/ou de situation d'urgence pour le procédé (par exemple, panne de courant qui entraîne le démarrage ou le redémarrage d'un équipement après l'arrêt, attribution de lots et gestion de produits suspects ou non conformes, cyberattaques, etc.).

Exigence G03: Toute modification majeure doit être documentée et doit être validée par le client dans le cadre de l'approbation formelle d'une production (par ex. type d'huile, dispositifs de traitement thermique, paramètres clés du processus).

5.1.2 Responsabilité de la direction (références G04 et G05)

Exigence G04: Afin de prouver leur engagement à développer et à mettre en œuvre le système de gestion qualité, les dirigeants doivent procéder, au moins une fois par an, à une revue des indicateurs de performance ou de gestion liés au processus de traitement thermique. Cet examen doit être documenté.

Exigence G05: La revue de direction doit conduire à la mise en œuvre de mesures correctives et préventives si les objectifs n'ont pas été atteints.

5.1.3 Gestion des ressources humaines (références G06 à G010)

Exigence G06: Une matrice de qualification des compétences doit exister pour le personnel autorisé à effectuer des opérations de traitement thermique. Cette matrice doit être mise à jour ou sa révision doit être prévue.

Exigence G07: Une matrice de responsabilités validée doit exister garantissant que les principales tâches de gestion et de supervision sont exécutées par du personnel compétent (personnel habituel et personnel de remplacement). Cette matrice doit être à jour et accessible à la direction à tout moment.

Exigence G08: La direction doit mettre en place des formations adéquates pour acquérir les compétences nécessaires relatives au procédé de traitement thermique. Le plan de formation doit être mis à la disposition de la direction à tout moment ou affiché dans l'atelier de traitement thermique.

Exigence G09: Les compétences du personnel de l'atelier de traitement thermique qui pourrait avoir un impact sur le produit du client doivent être vérifiées périodiquement. Les suivis globaux des évaluations et des formations supplémentaires nécessaires doivent être documentés.

Recommandation G010: Il convient que la personne nommée référent pour le traitement thermique soit un employé permanent pour lequel il est recommandé que le poste et les responsabilités associées soient indiqués dans l'organigramme. Il convient que ce poste soit occupé par une personne compétente ayant une expérience significative dont la formation et les qualifications (en métallographie, traitement thermique et équipement) sont agréées par la société.

NOTE Une expérience de 5 ans minimum est généralement requise.

5.1.4 Gestion de l'infrastructure et des équipements (références G011 à G025)

Exigence G011: La nature et la conformité des produits en contact avec les pièces et qui sont utilisés pour le traitement thermique doivent être identifiées et validées à réception.

Recommandation G012: Il convient que le fournisseur de produits en contact avec la pièce soit qualifié et évalué.

Exigence G013: Un plan de maintenance préventive documenté doit être établi et suivi. Ce plan doit tenir compte des actions de maintenance (pannes et incidents), des rebuts qualité, des résultats des échantillons initiaux et des informations des opérateurs.

Recommandation G014: Il convient que les données de maintenance soient collectées et analysées dans le cadre d'un programme de maintenance prédictive.

Exigence G015: Les alarmes process doivent être examinées et approuvées par un personnel compétent avant l'envoi des produits (en relation avec les paramètres du procédé) au client. Le produit doit être libéré par le département qualité ou son représentant avant envoi des produits au client.

Exigence G016: Une liste des alarmes critiques pour la qualité du produit doit être établie avec la participation de diverses fonctions ou services (production, maintenance, etc.).

Recommandation G017: À l'exception des équipements numériques intégrant un système de contrôle et de surveillance, il convient de définir et de suivre un calendrier de vérification des alarmes critiques pour la qualité du produit. Il convient de définir la fréquence des contrôles en fonction de l'évaluation des risques.

Exigence G018: L'acquittement (l'annulation) des alarmes critiques pour la qualité du produit doit être vérifié(e) à intervalles réguliers, et tracé(e).

Exigence G019: Les données du processus, y compris les alarmes critiques, doivent être enregistrées et sauvegardées en continu.

Recommandation G020: Il convient que l'environnement, les conditions de travail (y compris, la température de l'air à l'intérieur de l'atelier, les émissions de fumées) et la propreté de l'atelier permettent d'assurer une maîtrise de la qualité, l'amélioration et le travail dans des conditions de

sécurité. Des dispositions peuvent être mises en place afin d'évaluer ces critères (par exemple, un audit de propreté).

Exigence G021: Un plan de sécurisation de l'atelier et des équipements, en tenant compte de tous les moyens nécessaires pour assurer la production, doit être mis en œuvre.

Recommandation G022: Il convient que le plan de sécurisation soit soumis à essai et validé.

Exigence G023: Les zones de rétention des pièces lors de l'opération de traitement thermique doivent être identifiées et documentées.

Recommandation G024: Il convient de surveiller, au moins à l'occasion de chaque maintenance ou à une fréquence définie, les points de rétention des pièces pour l'ensemble de l'opération de traitement thermique.

Recommandation G025: Il convient que la manipulation, le stockage et l'emballage n'affectent pas la qualité du produit final.

5.1.5 Audit interne (références G026 et G027)

Exigence G026: Un planning des audits de chaque processus de l'atelier de traitement thermique, prenant en compte les risques, doit être défini et respecté. La fréquence des audits doit être revue chaque année. La fréquence d'audit ne doit pas dépasser une durée de trois ans pour chaque procédé.

Exigence G027: L'auditeur interne chargé de l'évaluation du contrôle qualité du traitement thermique doit être qualifié pour cette tâche et référencé dans la matrice de qualification des compétences.

5.1.6 Maîtrise du produit non-conforme (références G028 à G036)

Exigence G028: Une procédure permettant l'identification et le suivi de chaque lot à chacune des étapes du procédé doit être mise en place. Cette procédure doit prévoir des dispositions afin d'éviter les mélanges de lots, les traitements incorrects, les risques de contamination des lots traités par des produits non traités et l'expédition de lots sur lesquels tous les contrôles n'ont pas été réalisés.

Exigence G029: Une procédure permettant la gestion des produits suspects ou non conformes doit être mise en place. Cette procédure doit prévoir l'identification et la mise en quarantaine de produits suspects ou non conformes. Elle doit définir les flux entrant et sortant des produits suspects ou non conformes vers la zone de quarantaine des produits non conformes ou vers la poursuite de la fabrication.

Exigence G030: Le/la responsable qualité ou son/sa représentant(e) autorisé(e) doit approuver et documenter la mise à disposition finale des pièces mises en quarantaine.

Recommandation G031: Il convient qu'une procédure spécifiant les conditions de retraitement soit mise en place et documentée. Il convient que les conditions de retraitement soient validées par le client. Il convient que cette procédure spécifie la documentation à établir et le personnel autorisé pour définir et appliquer les conditions de retraitement.

Exigence G032: La documentation doit comprendre au moins le numéro et le nom des pièces, le numéro de lot, le numéro de four d'origine, la quantité, la cause de la retouche, le processus de retraitement.

Exigence G033: Le client doit être informé de la non-conformité du produit, sauf s'il existe un accord ou si le plan détaillé de traitement thermique le précise.

Exigence G034: En cas de retraitement pour une trempe/revenu, l'opération doit être effectuée sous contrôle.

Recommandation G035: Si le client a approuvé le retraitement lors de la phase de planification anticipée de la qualité de la production ou d'approbation des pièces, il convient que l'organisation décrive le processus de retraitement des pièces dans l'AMDEC ou dans la spécification et dans le plan de surveillance. Dans ce cas, le retraitement peut être effectué avant notification au client. Voir [5.1.8](#).

Exigence G036: Le résultat du retraitement doit être validé, et la mise à disposition des pièces retraitées doit être approuvée par la personne autorisée nommée par l'organisation. Lorsque la recommandation G035 n'a pas été mise en œuvre, le client doit approuver le résultat.

5.1.7 Amélioration continue (références G037 et G038)

Exigence G037: Un plan d'amélioration continu doit être prévu pour chaque processus de traitement thermique ou être représentatif de chaque processus et définir les actions prioritaires et leur planification afin d'améliorer la qualité et la performance. L'efficacité du programme doit être démontrée.

Exigence G038: Le service Qualité doit passer en revue, traiter et documenter les réclamations client et les problèmes internes par l'adoption d'une approche méthodique de résolution des problèmes.

5.1.8 Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité (AMDEC) (références G039 à G041)

Exigence G039: Il doit exister une procédure qui prévoit d'exécuter l'AMDEC de chaque processus de l'installation de traitement thermique. Elle doit identifier et prendre en compte les caractéristiques spéciales et exiger la participation de plusieurs fonctions (production, maintenance, etc.).

Exigence G040: Lorsque les AMDEC produit/processus sont exigées par le client, elles doivent être réalisées avec sa participation.

Recommandation G041: Il convient que toute modification de chaque processus mène à un examen de l'AMDEC pertinente.

5.1.9 Plan de surveillance (références G042 à G044)

Recommandation G042: Il convient qu'une procédure de définition et de mise en œuvre des plans de surveillance soit appliquée en identifiant et en prenant en compte des caractéristiques spéciales et en traitant de la cohérence avec la documentation associée (instructions de travail, fiches suiveuses, AMDEC, etc.).

Recommandation G043: Il convient que les plans de surveillance soient définis et validés par le client en conformité avec ses exigences sur le process, les pièces ou les familles de pièces.

Recommandation G044: Il convient que toute modification de chaque process mène à une révision pertinente du plan de surveillance.

5.1.10 Planification anticipée de la qualité de la production (références G045 et G046)

Recommandation G045: Il convient d'appliquer une procédure de planification anticipée de la qualité de la production à la demande du client et avec sa participation. Cette demande et les informations nécessaires sont fournies par le client.

Recommandation G046: Il convient que l'organisation étudie l'efficacité et la capacité des process de production et de contrôle y compris le réaménagement/la réimplantation de l'équipement, la révision, la production en série et les modifications techniques.

5.1.11 Statistiques (références G047 à G049)

Recommandation G047: Il convient de réaliser une analyse statistique en utilisant les données sur les caractéristiques spéciales et/ou les paramètres du process de traitement thermique.

Recommandation G048: Il convient de réaliser des mesures de capacité conformément aux exigences du donneur d'ordre ou à une procédure ou à l'ISO 22514-6.