



DIRECTION
DES **CONSTRUCTIONS**
AÉRONAUTIQUES

INSTRUCTION

RELATIVE AUX PIÈCES DE FONDERIE EN ALLIAGES D'ALUMINIUM ET DE MAGNÉSIUM

ÉDITION N° 5 DU 16 DÉCEMBRE 1992

DÉCLASSÉE - VOIR NORMES
DE MATÉRIAU EN ou PREN
OU NF L

COMPOSITION DU DOCUMENT

PAGES N°	DATE CORRESPONDANTE
1 à 45 Annexes A à F	3 Novembre 1975

Documenta **référéncés** : Normes AFNOR NF A 02-004, NF A 03-251, NF A 03-252,
NF A 03-253, NF A 03-258, NF A 57-702.

OBSERVATION IMPORTANTE. — En cas de reproduction de ce document, il est essentiel de **reproduire** exactement et **séparément** chaque feuille (même texte, **mêmes indications**, même numéro d'ordre).

Tous droits de reproduction réservés

RÉPERTOIRE

	PAGES
PRÉAMBULE	1
0 Introduction	1
1 Objet	1
2 Domaine d'application	1
3 Alliages et pièces de fonderie	2
3.1 Désignation des alliages	2
3.2 Choix des alliages	2
3.3 Classification des pièces	2
3.4 Définitions	3
3.5 Fabrication	3
3.6 Documents particuliers	6
3.7 Derogations	7
4 Spécifications techniques générales. Méthodes d'essai	8
4.1 Composition chimique	8
4.2 Caractéristiques physiques. États de surface. Défauts externes	8
4.3 Caractéristiques géométriques	8
4.4 Défauts internes	9
4.5 Caractéristiques mécaniques	10
4.6 Examen de texture	13
4.7 Réparation par soudage	13
5 Conditions de réception	14
5.1 Présentation en réception	14
5.2 Lotissement	14
5.3 Interprétation des résultats d'essais. Sanctions	15
5.4 Documents de réception	18
5.5 Marquage	18
5.6 Prescriptions administratives générales	19
6 Fiches de caractéristiques des alliages	20
6.1 Présentation des fiches de caractéristiques	20
6.2 Désignation conventionnelle des états de livraison	20
6.3 Tableau des fiches de caractéristiques	21
 ANNEXES.	
ANNEXE A. — Fiche d'essais	47
ANNEXE B. — Fiche de fabrication	49
ANNEXE C. — Tolérances dimensionnelles pour les pièces en alliage d'aluminium moulées par gravité	52
ANNEXE D. — Conditions de contrôle des défauts décelés en radiographie ..	56
ANNEXE E. — Éprouvette de caractérisation de la coulée	60
ANNEXE F. — Limite d'acceptation des défauts pour les zones réparées par soudure	61

Rectificatif n° 1 du 7 Juin 1982

Page 23.. Fiche de caractéristique des matériaux n° 3380/C 011.

Teneurs limites en titane de l'alliage d'aluminium A-S7 GO6 :

- **au lieu de** : 0,15 mini,
- **lire** : 0,08 mini ;
- **au lieu de** : 0,35 maxi,
- **lire** : 0,25 maxi.

A découper et à coller sur la couverture de la norme AIR 3380/C



ÉDITION N° 4 DU 3 NOVEMBRE 1975

(Edition provisoire)

Rectificatif n° 1 du 7 Juin 1982

COMPOSITION DU DOCUMENT

PAGES N°	DATES CORRESPONDANTES
1 à 45 Annexes A à F	3 novembre 1975

INSTRUCTION
relative aux pièces de fonderie en alliages d'aluminium
et de magnésium

22
Mai
1987

AIR

3380/C

1

PRÉAMBULE

La présente édition (provisoire) de la norme AIR 3380 annule et remplace l'édition n° 3 du 30 novembre 1956 ⁽¹⁾. Elle comporte une nouvelle présentation : les cinq premiers chapitres traitent des spécifications techniques, des méthodes d'essai et des conditions de contrôle; le sixième chapitre, composé de fiches, donne les caractéristiques des différents alliages.

0 INTRODUCTION

La mise à jour n° 1 du 22 mai 1987 a pour but de supprimer, dans la présente norme, les références aux interventions des Services Officiels dans les relations entre Clients et Fournisseurs. Les Services Officiels interviennent ~~désormais~~ pour vérifier l'aptitude des Fabricants à maîtriser la qualité de leurs produits et non pour vérifier la conformité aux normes de chaque article commercialisé. Lorsque les Services Officiels interviennent en tant que Client d'un Fournisseur, ces interventions prennent alors un caractère contractuel et non réglementaire.

Chaque fois que cela s'avère nécessaire et, notamment, lorsque le ROFA est applicable à un contrat, ces interventions doivent être décrites dans les contrats concernés.

Ces nouvelles dispositions entrent en vigueur à compter de la date d'édition de la mise à jour n° 1 et s'appliquent à tous les contrats en cours de validité.

1 OBJET

La présente norme a pour but :

- de définir un mode de classification et une méthode pour l'étude et la mise au point des pièces moulées;
- d'imposer au Client, dont la responsabilité reste entière, une collaboration étroite avec son Fondateur, afin d'aboutir à une fabrication possédant les caractéristiques optimales désirées;
- de fournir aux Services de Contrôle (Fondateur, Client) les indications nécessaires au contrôle des pièces de fonderie destinées aux constructions aéronautiques;
- de diffuser des renseignements sur les caractéristiques des alliages et des pièces de fonderie.

2 DOMAINE D'APPLICATION

La présente norme s'applique aux pièces de fonderie en alliages d'aluminium et de magnésium, coulées en sable ou coquille, par gravité ou sous basse pression; la liste de ces alliages est donnée au paragraphe 6.3.

Les états de livraison et d'utilisation sont définis par les fiches de caractéristiques.

La norme s'applique aux commandes passées directement par l'État et aux commandes ou sous-commandes passées par les constructeurs et réparateurs de matériels aériens.

Elle est impérative en ce qui concerne les fabrications et réparations d'ensembles ou sous-ensembles du matériel volant.

L'utilisation d'autres alliages, d'autres états de livraison, ou d'autres techniques de moulage que ceux définis par les fiches de caractéristiques, doit faire l'objet d'une demande de dérogation auprès du Client, demande envisagée à titre exceptionnel.

(1) Cette 4^e édition porte l'indice C, quoique les précédentes éditions n'en comportaient aucun.

3 ALLIAGES ET PIÈCES DE FONDERIE

3.1 DÉSIGNATION DES ALLIAGES.

Les alliages sont désignés par leur symbole conformément à la norme NF A 02-004.

3.2 CHOIX DES ALLIAGES.

Pour une pièce, le choix de l'alliage approprié est fonction :

- des caractéristiques mécaniques en relation avec les sollicitations auxquelles est soumise la pièce en service;
- du mode de moulage;
- de l'aptitude de l'alliage à donner des pièces conformes à la fiche d'essais dans des conditions normales de fabrication;
- du prix de revient (coût du métal, du traitement thermique et de la mise en œuvre de la technique de moulage, etc.).

3.3 CLASSIFICATION DES PIÈCES.

3.3.1 Les pièces de fonderie sont réparties en trois classes *de sévérité de contrôle* (1, 2, 3) reliées à la fonction de la pièce dans le matériel et, à l'intérieur de chaque classe, en deux *sous-classes de contrôle* reliées aux difficultés de réalisation.

3.3.2 Les classes de sévérité de contrôle.

Selon que les pièces ont une fonction vitale, importante ou secondaire, elles sont réparties en classe 1, 2 et 3 auxquelles correspondent des critères de *contrôle* différents.

Une pièce a une fonction :

- *vitale* : si sa défaillance en service (en vol ou au sol) risque d'entraîner la destruction de l'appareil ou l'impossibilité de remplir la mission;
- *importante* : si sa fonction n'est pas vitale, mais sa défaillance risque d'entraîner une perturbation majeure dans l'exploitation du matériel;
- *secondaire* : si sa fonction n'est ni vitale, ni importante, c'est-à-dire si sa défaillance ne risque pas d'entraîner de perturbation notable dans l'exploitation du matériel.

La détermination de la classe de sévérité de contrôle appartient au bureau d'études du Client et est effectuée sous l'entière responsabilité de ce dernier.

3.3.3 Les sous-classes de contrôle.

A l'intérieur de chaque classe de sévérité de contrôle, compte tenu de la difficulté de réalisation (nature de l'alliage, complexité du tracé, caractéristiques imposées, etc.) les pièces sont réparties en deux sous-classes de contrôle (0 et 1) auxquelles correspondent des conditions de *contrôle* différentes.

La détermination de la sous-classe de contrôle appartient aux Services de Contrôle et de Métallurgie du Client et s'effectue en liaison avec le Fondateur.

La sous-classe de contrôle peut être modifiée dans le temps par le Client, après consultation du Fondateur, en tenant compte du savoir-faire de celui-ci et de la qualité statistiquement établie de la fabrication.

INSTRUCTION relative aux pièces de fonderie en alliages d'aluminium et de magnésium	3 Novembre 1975	AIR	3380/C
			3

3.3.4 Désignation de la classification.

FONCTION DE LA PIÈCE	CLASSE DE SÉVÉRITÉ de contrôle	SOUS-CLASSE DE CONTROLE	
		RÉALISATION JUGÉE	
		Difficile	Facile
Vitale	1	0	1
Importante	2	0	1
Secondaire	3	0	1

La désignation complète de la classification comprend le numéro de la classe de sévérité, suivi de l'indice correspondant à la sous-classe de contrôle.

Exemple. — 2-1 : pièce importante, jugée facile à réaliser.

3.3.5 La classe de sévérité est obligatoirement indiquée sur tous les documents définissant la pièce (dessins, fiche d'essais, fiche de fabrication, etc.) sur la commande et la fiche de contrôle.

La sous-classe de contrôle apparaît seulement sur la fiche d'essais et la fiche de contrôle.

3.4 DÉFINITIONS.

3.4.1 Coulée.

Masse de métal provenant d'une même et dernière opération de fusion.

3.4.2 Zones désignées.

Parties de la pièce soumises en service à des exigences particulières.

3.4.3 Zones courantes.

'Toutes les parties de la pièce qui ne sont pas des zones désignées.

3.5 FABRICATION.

3.5.1 Consultation Client-Fondeur.

Dès la conception de la pièce, si possible, mais en tout cas avant établissement définitif du dessin et toute mise en fabrication, le Client et le Fondeur doivent obligatoirement se consulter.

Pour cela, le service d'achats du Client doit remettre au Fondeur un dessin de la pièce et une « fiche d'essais provisoire » (obligatoire pour les pièces classes 1 et 2, cf. § 3.6.1.) comportant les indications suivantes :

- classe de sévérité de contrôle prévue pour la pièce;
- conditions de réception;
 - nature de l'alliage et son état (numéro de la fiche de caractéristiques);
- emplacement des zones désignées;
- cotes à respecter impérativement et système de tolérances adopté;.

- nature et importance des défauts tolérés et degrés de **sévérité** de contrôle radiographique;
- parties usinées et les points de départ des opérations d'usinage;
- emplacement des repères d'identification;
- traitements de surface ultérieurs subis par la pièce.

Il est bon, en outre, dans la mesure du possible, de communiquer au Fondateur l'importance de la série prévue et la cadence de fabrication.

Pour pouvoir remettre une proposition valable, le Fondateur, en possession du dessin de la pièce et de la fiche d'essais provisoire, doit s'adresser au bureau d'études du Client pour avoir toutes précisions utiles et demander ou proposer toutes modifications éventuelles.

Le Fondateur ⁽¹⁾ qui a obtenu la commande doit se mettre en rapport avec les services du Client (bureau d'études, laboratoire de métallurgie et service de **contrôle**) pour modifier éventuellement d'un commun accord le dessin de la pièce (tracé, tolérances, etc.) ou les indications de la fiche d'essais (emplacement des éprouvettes attenantes, sens de prise de vue des radiographies, etc.).

Cette collaboration entre les différents services (Client et Fondateur) doit être **particulièrement** étroite jusqu'à la mise au point de la pièce et l'acceptation de la pièce type. Ce n'est qu'à ce moment que peuvent être figés tous les documents techniques [dessin, fiche d'essais, document dit : « Technique Radiographique Approuvée » (T.R.A.), etc.].

3.5.2 Tracé des pièces moulées.

Dans l'étude d'une pièce moulée, le dessinateur doit se souvenir, en particulier, que le calcul d'un profil, **aussi** exact qu'il puisse être, devient sans **intérêt**, si la forme adoptée est susceptible d'engendrer un défaut de fonderie. Il faut noter également qu'en raison de l'hétérogénéité d'un **métal** coulé, la variation de résistance de la pièce, en fonction de ses dimensions, ne suit plus les lois classiques de la résistance des matériaux. Il est recommandé, à ce sujet, d'adopter, sauf accord explicite du Fondateur, les épaisseurs minimales et maximales couramment utilisées pour chaque type d'alliage. Il y a lieu, surtout, de tenir compte des surépaisseurs d'usinage qui peuvent accroître notablement certaines sections et qui risquent ainsi de devenir une cause supplémentaire de défaut ou d'affaiblir les caractéristiques mécaniques de la pièce après usinage : la régularité des épaisseurs ou leur variation progressive doit donc être recherchée sur la pièce brute de fonderie et non sur la pièce usinée.

Ce sont les raisons pour lesquelles le dessin d'une pièce moulée ne peut que rarement être la reproduction fidèle d'une pièce forgée ou d'un assemblage d'éléments laminés, rivés ou soudés.

Enfin, de nombreux facteurs pouvant modifier la valeur normale du retrait au cours de la solidification dans le moule, il en résulte que les dimensions de la pièce ne répondent pas toujours, exactement, aux cotes du dessin : le dessinateur est donc dans l'obligation d'adopter un système particulier de tolérances dimensionnelles, à discuter avec le Fondateur et dont le bureau **d'études** doit tenir compte, dans l'établissement de ses tracés, pour permettre l'exécution de l'usinage demandé, surtout si cet usinage est fait, en série, à l'aide de montages spéciaux.

Le moulage proprement dit est, en outre, soumis à un certain nombre de règles : dépouille, joints, portées, noyaux, sens de coulée, etc., ce qui souligne encore davantage la nécessité de la consultation Client-Fondateur dès la conception de la pièce afin que le dessin définitif ne soit pas la source de difficultés de réalisation par la suite.

3.5.3 Exécution des modèles.

Les propriétés particulières de chaque alliage, la complexité de la pièce **à exécuter**, les tolérances dimensionnelles imposées, l'importance de la série commandée ainsi que la cadence de fabrication posent, bien souvent, un problème de modelage que seul le Fondateur peut résoudre selon

(1) Pour les pièces de classe 1 et 2, le Fondateur retenu doit figurer sur les listes de fournisseurs **sélectionnés** pour l'aéronautique par les **Services** Officiels de **Surveillance**.

INSTRUCTION
relative aux pièces de fonderie en alliages d'aluminium
et de magnésium

22
Mai
1987

AIR

3380/C

5

sa méthode de moulage, son outillage et la qualification de sa main-d'œuvre. Afin qu'il puisse, sans conteste, être tenu techniquement responsable de la conception de son modèle, il est conseillé de lui en confier l'exécution ou de lui demander les dessins et instructions nécessaires à sa réalisation.

A ce propos, il convient de rappeler qu'il est dans l'intérêt du Client de collaborer avec le Fondateur en vue de maintenir l'état du modèle.

Dans le cas, où le Client fournit lui-même le modèle, il est conseillé, pour le réaliser et pour prévoir sa durée probable d'utilisation, de s'inspirer des recommandations du Centre Technique des Industries de la Fonderie (1).

3.5.4 Pièces types.

3.5.4.1 Toute fabrication doit obligatoirement donner lieu à une présentation de pièces types.

3.5.4.2 En vue de la présentation et du contrôle des pièces types, le Fondateur procède à une mise au point poussée de la pièce, en effectuant lui-même au moins tous les essais prévus sur la fiche d'essais provisoire.

Lorsqu'il estime achevée la mise au point, le Fondateur informe le Client que la, ou les pièces types sont **disponibles**. Sauf avis contraire du Client, le Fondateur procède alors à leur contrôle et dissection.

Les dissections, les différents examens et **essais** sont effectués chez le Fondateur, et exceptionnellement chez le Client, mais toujours d'après les directives de ce dernier prévues sur la fiche d'essais provisoire.

Le **contrôle** comprend conformément à la fiche :

- la vérification des dimensions;
- l'examen de l'aspect extérieur;
- l'examen de la texture;
- l'examen de la santé (radiographie, radioscopie, etc.);
- les essais mécaniques sur éprouvettes attenantes et de dissection dans les zones désignées et courantes;
- la vérification de toute qualité particulière nécessaire pour l'emploi (étanchéité, etc.);
- enfin, un essai statique ou dynamique d'une pièce complète, si le Client l'a spécifié à la commande.

Ce dernier essai est fait chez le Client ou dans un laboratoire de son choix, sur un deuxième exemplaire de pièce type et uniquement après que la première ait été jugée satisfaisante. Toutefois, un résultat négatif ne saurait être imputé au Fondateur, dès que les exigences de la fiche d'essais ainsi que la conformité au plan sont respectées.

Si le Client juge satisfaisants les résultats des essais et des examens auxquels a été soumise la pièce type, il arrête aussitôt, en accord avec le Fondateur, les conditions de contrôle en série. Un court procès-verbal des résultats est rédigé par le Fondateur et contresigné par le Client.

Si les résultats sont jugés insatisfaisants, la mise au point est poursuivie par le Fondateur, en liaison avec le Client, jusqu'à satisfaction.

Les morceaux de la pièce type disséquée doivent être tenus à la disposition du Client jusqu'à la fin des essais effectués par les deux parties.

(1) Moulage sable, outillage, modèles, boîtes à noyaux. Editions Techniques des Industries de la Fonderie.

INSTRUCTION
relative aux pièces de fonderie en alliages d'aluminium
et de magnésium

22
Mai
1987

AIR

3380/C

6

3.6 DOCUMENTS PARTICULIERS.

3.6.1 Fiche d'essais.

Pour les pièces de classe 1 et 2 et éventuellement de classe 3, le Client établit et soumet obligatoirement au Fondateur, dès le début des consultations, une fiche d'essais provisoire. Cette fiche peut être modifiée pendant la mise au point de la pièce, mais devient définitive lorsque le Fondateur l'a acceptée et signée.

Aucune commande de pièces de classe 1 et 2 ne doit être enregistrée par le Fondateur tant qu'il n'a pas reçu la fiche d'essais correspondante. Par ailleurs, l'établissement de cette fiche est recommandé même dans le cas de pièces de classe 3, ce qui permet de mieux définir les exigences de contrôle et les essais.

Un modèle de la fiche d'essais est donné dans l'annexe A.

3.6.2 Fiche de fabrication.

D'une manière générale, les méthodes ou les processus de moulage des pièces de fonderie sont laissés à l'initiative du Fondateur. Ils relèvent des techniques employées, des procédés de fonderie utilisés et des règles de l'art. Les interventions du Client se situent alors essentiellement au niveau des contrôles, dont les résultats doivent être conformes aux conditions de la présente norme. Cependant, certaines pièces de fonderie peuvent, par les caractéristiques particulières demandées, ou les difficultés de réalisation, exiger un processus de fabrication bien défini (cas des pièces de classe 1 et, si cela est spécifié par le Client, des pièces de classe 2). Ce processus, généralement déterminé après une mise au point délicate ne doit plus être modifié ou altéré sans accord du Client, afin de garantir une qualité suivie.

La fiche de fabrication a pour but de consigner sur un document les processus de fabrication retenus pour garantir la reproductibilité du produit (élaboration, fabrication, traitements thermiques et de surface, etc.), les paramètres techniques correspondants et les contrôles intermédiaires.

Ce document est établi par le Fondateur et demeure sa propriété. Il est soumis à l'approbation du Client. Il doit fournir toutes les indications précises sur :

- le numéro et la désignation de la pièce, sa destination et sa classe de sévérité de contrôle;
- la raison sociale du Fondateur et l'usine productrice;
- la raison sociale du Client;
- l'alliage utilisé et le numéro de la fiche de caractéristiques;
- le mode de moulage;
- les conditions de coulée;
- le traitement thermique;
- le plan du moule ou un croquis de la pièce brute ainsi que la description cotée des dispositifs de coulée, la forme et l'emplacement des refroidisseurs, etc.;
- les résultats des ~~essais de~~ dissection de la pièce type, etc.

A cette fiche de fabrication doivent être joints en annexe :

- une copie de la fiche d'essais définitive;
- le document dit de « Technique Radiographique Approuvée » (T.R.A.) (cf. § 4.4.1).

Le Fondateur peut, dans certains cas, attribuer un caractère confidentiel à certaines techniques ou procédés utilisés.

INSTRUCTION
relative aux pièces de fonderie en alliages d'aluminium
et de magnésium

22
Mai
1987

AIR

3380/C

7

Il est alors admis, que l'exemplaire de la fiche de fabrication destiné au Client soit moins complet que ceux qui sont conservés par le Fondateur.

Les techniques ou procédés estimés confidentiels, non détaillés, sont alors désignés sur l'exemplaire destiné au Client par des références propres au Fondateur. Ces références sont modifiées en même temps que les techniques et procédés.

En aucun cas, le lancement en série d'une fabrication de pièces justiciables d'une fiche de fabrication ne doit être effectué, sans que ce document ait été établi et approuvé.

Des détails complémentaires sur l'établissement, la transmission et le visa de cette fiche ainsi que son modèle sont donnés en annexe B.

3.6.2.1. EMPLOI DE LA FICHE DE FABRICATION POUR LE CONTROLE.

Pour l'exercice du contrôle de la pièce, le Fondateur est impérativement tenu, en son usine, de mettre l'exemplaire de la fiche de fabrication qu'il détient, à la disposition du contrôleur du Client.

Le fondeur est autorisé à ne pas produire le plan du moule qui fait partie de la fiche de fabrication. Il peut aussi s'abstenir de faire part au Client des techniques et procédés utilisés qu'il estime confidentiels.

3.6.2.2. MODIFICATION EN COURS DE SÉRIE.

Dans le cas où le Fondateur est amené à effectuer un changement mineur du processus de fabrication et dans la mesure où cela n'affecte pas les exigences de la fiche d'essais, il n'est pas nécessaire de le soumettre à l'approbation du Client.

Toutefois, le Fondateur est tenu à l'en informer en précisant les numéros des pièces concernées par ce changement. Cependant, le Client peut demander au Fondateur d'apporter la preuve que le changement n'a pas affecté les qualités des pièces.

Dans les autres cas, la fiche de fabrication doit être modifiée par un avenant visé et transmis suivant la même procédure que la fiche.

Le Client, s'il le juge utile, peut demander préalablement la fourniture d'une nouvelle pièce type, notamment, dans le cas de modifications pouvant avoir des répercussions importantes sur les qualités de la pièce.

Un indice de modification pour « l'historique » de la pièce (A, B, etc.) est porté sur la fiche de fabrication.

3.7. DÉROGATIONS.

Une dérogation est toujours exceptionnelle, la demande en est faite par le Fondateur.

Cette demande doit être accompagnée d'une note explicative à même de fournir les renseignements suivants :

- nombre de pièces faisant l'objet de cette demande;
- raisons ayant entraîné cette demande;
- mesures envisagées pour remédier à la non conformité du produit;
- toutes autres indications utiles.

La demande de dérogation est visée par le Client.

INSTRUCTION
relative aux pièces de fonderie en alliages d'aluminium
et de magnésium

3
Novembre
1975

AIR

3380/C

8

4 SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES GÉNÉRALES MÉTHODES D'ESSAI

4.1 COMPOSITION CHIMIQUE.

4.1.1 La composition des alliages doit être conforme aux fiches de caractéristiques des matériaux. L'analyse de cette composition doit être effectuée, pour chaque coulée, par le Fondateur qui est tenu à en consigner les résultats sur son livre de coulée et sur la fiche de contrôle. Une analyse, au moins, doit être effectuée en fin de coulée.

4.1.2 Seul le dosage des éléments critiques, dont les valeurs sont indiquées en caractères gras sur les fiches de caractéristiques, est obligatoire. Néanmoins, le Fondateur doit garantir que la teneur en éléments non critiques reste dans la fourchette de la composition.

Le client peut toujours demander, par l'intermédiaire de la fiche d'essais, le dosage d'autres éléments.

4.1.3 L'analyse de l'alliage sur pièces finies n'est effectuée qu'en cas de litige, seule l'analyse par voie humide faisant autorité.

4.1.4 Les méthodes d'analyse doivent être conformes aux normes françaises en vigueur.

4.2 CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES. ÉTAT DE SURFACE. DEFAUTS EXTERNES.

4.2.1 L'examen de l'état de surface est effectué sur les pièces à l'état de livraison. Elles doivent être livrées par le Fondateur entièrement ébavurées et soigneusement débarrassées de jets de coulée, événements et masselottes, sans coups d'outil pouvant subsister sur la pièce finie et à même de constituer une amorce de rupture.

La surface des pièces doit présenter un aspect régulier, être exempte de défauts tels que criques, cavités, porosités ou autres défauts nuisibles à leur utilisation.

Toutefois, les pièces comportant des défauts, susceptibles d'être repris éventuellement par soudage (voir § 4.7), doivent être présentées au contrôle avec une marque visible encadrant le défaut, celui-ci, ayant été laissé intact.

Toute opération ayant pour but de réparer, ou de masquer des défauts pendant la première présentation en réception, est formellement prohibée.

4.2.2 L'examen est effectué sur toutes les pièces, à l'œil nu ou à la loupe sous un grossissement maximal de 6.

En outre, on doit utiliser une ou plusieurs des méthodes de contrôle, comme le ressuage, l'attaque superficielle, etc.

Le choix de la méthode étant déterminé par accord entre Client et Fondateur, est obligatoirement reporté sur la fiche d'essais (*ex.* : ressuage fluorescent, etc.).

4.3 CARACTÉRISTIQUES GÉOMÉTRIQUES.

4.3.1 Tolérances dimensionnelles.

Les tolérances dimensionnelles doivent être obligatoirement indiquées sans aucune ambiguïté sur le plan définissant la pièce.

Il est vivement recommandé, pour définir les tolérances, de s'inspirer du document du Centre Technique des Industries de la Fonderie, reproduit *in extenso* dans l'annexe C.

INSTRUCTION
relative aux pièces de fonderie en alliages d'aluminium
et de magnésium

3
Novembre
1975

AIR

3380/C

9

4.3.2 Conditions d'essai.

Les **vérifications** sont effectuées, en principe, à la température de référence de $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
Les dimensions sont mesurées, selon leur grandeur et leurs tolérances, au moyen d'instruments permettant d'obtenir la précision exigée.

4.3.3 **Rsdresssge.**

Le redressage avant traitement thermique d'une part, entre trempe et revenu d'autre part, est toujours autorisé.

Cependant, pour les alliages susceptibles d'une maturation naturelle, le redressage doit **être effectué** dans un délai après trempe qui sera précisé sur la fiche de fabrication et/ou la fiche d'essais.

Dans tous les autres cas le redressage est subordonné à l'accord du Client.

Après redressage, un traitement thermique complet peut être autorisé ou imposé, selon le cas, par le Client; ce traitement thermique doit être effectué obligatoirement par le Fondateur ou d'après les indications de ce dernier et sous sa responsabilité.

Un examen de **l'état** de surface comportant, impérativement, un **ressuage** ou une attaque acide et, s'il y a lieu, un examen radiographique de la zone intéressée, doit suivre obligatoirement le redressage après que le traitement thermique ait été effectué.

4.4 **DEFAUTS INTERNES.**

4.4.1 **Examen radiographique.**

Le Client doit signaler sur la fiche d'essais les parties à radiographier et préciser les zones **désignées** et courantes.

L'examen radiographique doit **être** effectué selon tous les errements propres à cette technique.

Pour chaque pièce de classe 1 et 2 et, si demandé, aussi de classe 3, un document dit de « Technique Radiographique Approuvée » (T.R.A.) est établi, comprenant :

- photographie ou croquis de la pièce;
- numéro du dessin;
- **classe** de sévérité de **contrôle**;

et pour chaque cliché radiographique :

- zones examinées;
- angle de prise de vue;
- type d'indicateur de qualité d'image;
- conditions d'exposition (kV, mA, temps, distance);
- type d'appareil;
- type de film.

Ce document, établi par le Fondateur en collaboration avec le Client, doit être joint à la fiche de fabrication ou à la fiche d'essais. Tous les **contrôles** de pièces coulées doivent être effectués suivant les mêmes modalités.

4.4.1.1 **CRITÈRES DE CONTRÔLE.**

La présente norme prévoit quatre degrés de sévérité de **contrôle** radiographique, chacun précisant pour un type de défaut donné, la limite d'acceptation comparativement aux clichés types de l'A.S.T.M. E-155. Chaque défaut, pouvant être rencontré, est représenté par huit clichés classés par ordre d'importance croissante du rang 1 au rang 8.

Les quatre degrés de sévérité sont A, B, C, D. Le degré A n'admet pratiquement pas de défaut, le degré D est le moins sévère.

INSTRUCTION
relative aux pièces de fonderie en alliages d'aluminium
et de magnésium

3
Novembre
1975

AIR

3380/C
10

4.4.1.2 **DEGRÉS DE SÉVÉRITÉ.**

Les degrés de sévérité de contrôle des défauts observés par radiographie, dans une zone considérée, sont reliés à la classe de sévérité de contrôle, tout en tenant compte de l'existence des zones désignées et courantes, suivant le tableau ci-après :

CLASSE DE SÉVÉRITÉ de contrôle	ZONE DÉSIGNÉE	ZONE COURANTE
1	A	B
2	B	C
3	D	

4.4.1.3 **CRITÈRES D'ACCEPTATION DES DÉFAUTS.**

Lorsque, un ou plusieurs défauts de même nature, ou de nature différente, existent dans une même zone, il est recommandé d'utiliser les critères d'acceptation donnés par l'annexe D : « Conditions de contrôle des défauts décelés en radiographie ».

4.4.1.4 En fonction de la classe de sévérité et de la sous-classe de contrôle, les pourcentages des pièces à radiographier sont indiqués dans le tableau, page 16.

4.4.1.5 Certaines pièces de forme complexe ne peuvent être radiographiées de façon satisfaisante (difficultés de prises de clichés, ou d'interprétation). Dans ce cas, il est recommandé de procéder à un examen radiographique détaillé des zones désignées après dissection.

Cet examen est fait dans le but d'obtenir des clichés types permettant une meilleure exploitation des clichés pris sur les autres pièces du lot.

4.4.1.6 Les pièces contrôlées par radiographie doivent porter un numéro d'ordre, ce qui permet de les relier sans ambiguïté aux radiographies de la pièce.

4.4.2 **Examen radioscopique.**

Le contrôle radioscopique peut être effectué, à la demande du Client, sur les pièces quelle que soit leur classe, qui n'ont pas été soumises au contrôle radiographique.

4.4.3 Tout autre moyen supplémentaire d'investigation et de contrôle des défauts internes peut être utilisé, comme par exemple : ultra-sons, courants de Foucault, etc., ou plus simplement, examen à l'aide d'appareils grossissants pour rechercher des micro-défauts dans les cassures d'éprouvettes, sur la section de rupture d'appendices prévus pour le contrôle de la texture (voir § 4.6).

4.5 **CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES.**

4.5.1 **Caractéristiques mécaniques des alliages de fonderie.**

Les caractéristiques mécaniques des alliages de fonderie sont celles que l'on mesure sur les éprouvettes de caractérisation de la coulée.

Elles constituent des valeurs d'identification et de contrôle de l'alliage et ne doivent en aucun cas servir de base pour le calcul des pièces.

4.5.2 **Caractéristiques mécaniques des pièces moulées.**

4.5.2.1 Les propriétés de l'alliage, dont une pièce est faite, dépendent de nombreux facteurs : forme de la pièce, mode de moulage, conditions d'alimentation et de refroidissement.

INSTRUCTION relative aux pièces de fonderie en alliages d'aluminium et de magnésium	3 Novembre 1975	AIR	3380/C 11
---	-----------------------	------------	---------------------

Il en résulte que les caractéristiques mécaniques des pièces moulées sont, dans la plupart des cas, inférieures à celles obtenues sur les éprouvettes de caractérisation de la coulée; elles varient parfois de façon importante d'une zone à l'autre d'une même pièce.

Il est donc nécessaire que le Client indique à son Fondateur les zones désignées (soumises en fonctionnement à des exigences particulières) où les caractéristiques minimales prévues doivent obligatoirement être obtenues.

Les valeurs des caractéristiques mécaniques, qu'il est nécessaire de considérer comme minimales dans toutes les zones désignées ou courantes des pièces, sont établies sur la base de nombreuses dissections. Il faut les atteindre impérativement au cours de la mise au point.

Elles sont ensuite vérifiées au cours de la série, d'une part sur éprouvettes attenantes (voir § 4.5.3.1), d'autre part sur éprouvettes de dissection (voir § 4.5.3.2).

Les caractéristiques mécaniques figurant dans les fiches des matériaux sont des minimums qui tiennent compte de la présence éventuelle des défauts internes tolérés.

4.5.2.2 Les caractéristiques mécaniques (traction, dureté) doivent être conformes aux valeurs indiquées dans les fiches de caractéristiques. Leur vérification est effectuée par le Fondateur aux états indiqués sur les fiches.

4.5.3 Prélèvements des échantillons et préparation des éprouvettes.

4.5.3.1 ÉPROUVETTES ATTENANTES.

L'emplacement du barreau capable de l'éprouvette est déterminé par le Fondateur et indiqué sur la fiche d'essais. Il est tel que le barreau capable de l'éprouvette soit représentatif de la zone considérée de la pièce. Dans la mesure du possible, le barreau doit être accolé à celle-ci.

Le barreau doit obéir aux mêmes lois de refroidissement que la pièce, ou la zone considérée de la pièce, dont il est représentatif, sans toutefois perturber la coulée. En outre, on doit s'assurer qu'il existe une corrélation satisfaisante entre les valeurs obtenues sur les éprouvettes attenantes et de dissection.

Le barreau capable de l'éprouvette n'est détaché de la pièce qu'après traitement thermique complet et définitif, ce qui exclut à ce stade l'éventualité d'une réparation par soudage.

Afin de permettre l'exécution de contre-essais éventuels (voir § 5.3.2.6), il est souhaitable de prévoir sur une même pièce des appendices en nombre suffisant, ou bien capables de plusieurs éprouvettes.

Dans le cas où il est absolument impossible de prévoir des éprouvettes attenantes (cas de petites pièces), il sera procédé à des essais mécaniques sur éprouvettes prélevées dans une pièce disséquée partiellement, si ses dimensions le permettent.

Dans le cas extrême, où il y a impossibilité totale de prélever une éprouvette, les caractéristiques mécaniques peuvent être vérifiées sur une éprouvette coulée dans un moule représentatif de la pièce, ce moule devant être approuvé par le Client.

4.5.3.2 ÉPROUVETTES DE DISSECTION.

L'emplacement des éprouvettes de dissection est déterminé par le Client et figure sur la fiche d'essais. Le plan de dissection doit être reproduit sur cette fiche ainsi que les valeurs à obtenir.

4.5.3.3 ÉPROUVETTES DE CARACTÉRISATION DE LA COULÉE.

L'éprouvette de caractérisation de la coulée et son moule standard sont définis par l'annexe E ⁽¹⁾; elle est utilisée pour qualifier la coulée de l'alliage et le traitement thermique de la pièce ou du lot de pièces.

(1) Éprouvette coulée en coquille de la norme NF A 57-702.

INSTRUCTION
relative aux pièces de fonderie en alliages d'aluminium
et de **magnésium**

3
Novembre
1975

AIR

3380/C

12

4.5.3.4 **FORME ET DIMENSIONS DES ÉPROUVETTES.**

Les éprouvettes attenantes doivent être cylindriques et d'un diamètre ≥ 6 mm. Un diamètre de 4 mm est toléré dans certains cas, mais son utilisation est soumise à l'approbation du Client.

Les éprouvettes de dissection sont, dans la mesure du possible, cylindriques et d'un diamètre ≥ 6 mm. On peut, toutefois, utiliser des éprouvettes de 4 mm ou des éprouvettes plates, prises au milieu de l'épaisseur, mais la section doit être $\geq 12 \text{ mm}^2$ et l'épaisseur ≥ 2 mm.

4.5.3.5 **REPÉRAGE.**

Toutes les éprouvettes doivent porter un marquage permettant de les relier, sans ambiguïté, à la coulée ou, dans le cas des éprouvettes attenantes ou de dissection, à la pièce, ou à la partie de pièce.

4.5.4 **Essai de traction.**

L'essai de traction comprend obligatoirement la mesure de :

- la résistance à la rupture (R_m);
- la limite d'élasticité conventionnelle à 0,2 % ($R_p 0,2$);
- l'allongement en % (A).

Cet essai est effectué conformément à la norme NF A 03-251.

4.5.5 **Essai de dureté.**

L'essai de dureté est effectué après traitement thermique à 100 % (sauf indication contraire mentionnée sur la fiche d'essais) pour toutes les pièces en alliages d'aluminium. Il n'est pas effectué sur des pièces en-alliages de magnésium.

Le résultat de cet essai ne constitue pas à lui seul une condition d'acceptation ou de rejet; il permet seulement de déterminer si le traitement thermique a bien été effectué.

L'emplacement de la mesure de dureté doit être indiqué sur :

- la fiche d'essais ou la fiche de fabrication pour les pièces de classe 1 et 2;
- le dessin pour les pièces de classe 3.

Le **contrôle** de la dureté est effectué conformément aux normes :

- NF A 03-252 Essai de dureté Brinell;
- NF A 03-253 Essai de dureté Vickers;
- NF A 03-258 Essai de dureté Rockwell.

4.5.6 **Essai de pression. Etanchéité.**

Les pièces spécifiées étanches doivent subir, sauf cas particuliers définis sur la fiche d'essai, un essai d'étanchéité individuel.

Le Client précise sur la fiche, et si nécessaire sur un plan annexé, les conditions de l'essai :

- l'usinage éventuel de la pièce avant l'essai;
- la nature des fluides d'essai et d'utilisation;
- la pression;
- la durée et la température.

INSTRUCTION
relative aux pièces de fonderie en alliages d'aluminium
et de magnésium

22
Mai
1987

AIR

3380/C
13

Avec l'accord du Client, les pièces peuvent subir un traitement d'imprégnation permettant d'assurer leur étanchéité.

La nature du procédé envisagé pour l'étanchage systématique de toutes les pièces avant essai, ou la réparation des pièces non étanches, doit être mentionnée préalablement sur la fiche d'essais (et, si elle existe, sur la fiche de fabrication).

Il est bien entendu que les produits employés pour l'imprégnation ne doivent pas favoriser la corrosion, ni nuire à la bonne exécution des opérations ultérieures d'usinage, de traitements de surface, etc.

L'essai de pression peut permettre, si cela est prévu dans la fiche d'essais, d'alléger le contrôle radiographique dans les conditions définies dans le tableau de la page 16.

Les pièces ayant subi l'essai de pression doivent être repérées par la lettre P.

4.6 EXAMEN DE TEXTURE.

4.6.1 L'examen de texture a pour but de vérifier la finesse du grain. D'une manière générale, la cristallisation doit être aussi fine que possible.

4.6.2 L'examen est obligatoire pour les pièces de classe **1** et **2**; il peut aussi être effectué pour les pièces de classe **3**, sur **spécification** à la commande.

4.6.3 L'examen est exécuté à l'œil nu et le cas échéant à l'aide d'appareils grossissants (grossissement **6**) sur la section de rupture d'appendices prévus à cet effet; les appendices entaillés à leur base sont détachés de la pièce, après traitement thermique, par choc appliqué du côté de l'entaille.

La section des appendices, implantés sur des parois d'épaisseur égale ou supérieure à 15 mm, est un carré de 15 mm de côté.

La section des appendices, implantés sur des parois d'épaisseur inférieure à 15 mm, est un rectangle de 15 mm x e (épaisseur de paroi en mm).

Le nombre et l'emplacement des appendices sont à définir par accord entre les parties en respectant les conditions suivantes :

- pour les pièces de grandes dimensions (supérieures ou égales à **1,20 m**) trois appendices au moins doivent être prévus; ils seront éloignés le plus possible les uns des autres;
- dans tous les cas, un appendice au moins est placé dans chacune des zones désignées.

En outre, pour les pièces coulées en sable, l'usage de refroidisseurs sur l'appendice, ou dans son voisinage immédiat, ne peut être autorisé que dans la mesure où son rôle est représentatif du mode de refroidissement de la zone considérée.

Toute éprouvette attenante, répondant aux conditions fixées pour les appendices de texture, peut également servir à cet effet.

4.6.4 Pour les pièces de classe **1** et **2**, au cas où un appendice ne peut être prévu, ainsi que pour les pièces de classe **3**, si cela est demandé, l'examen de texture peut être effectué sur pièces sacrifiées, ou rebutées pour dimensions non conformes, ou défaut localisé.

4.7 RÉPARATION DES DÉFAUTS PAR SOUDAGE.

La réparation par soudage dans des zones désignées des pièces de classe **1** et **2** ne peut être faite qu'avec accord préalable du Client, lorsque les alliages considérés sont réputés soudables (voir fiches de caractéristiques).

Toutefois, les conditions ci-après doivent obligatoirement être respectées.

INSTRUCTION
relative aux pièces de fonderie en alliages **d'aluminium**
et de **magnésium**

22
Mai
1987

AIR

3380/C

14

4.7.1 La zone à réparer doit être facilement accessible pour permettre une bonne exécution de la soudure et des **contrôles** par radiographie et ressuage, cette zone étant repérée sur la pièce avec une marque visible.

4.7.2 Le soudage doit être effectué avant traitement thermique. 'Si la pièce est déjà traitée, on doit refaire le traitement sauf indication contraire du Client.

Ce nouveau traitement est **contrôlé** par essai de dureté (classe 3) ou sur éprouvettes attenantes (classe 1 et 2).

4.7.3 Les pièces réparées sont obligatoirement radiographiées et les résultats consignés.

4.7.4 Dans-le cas des pièces de classe 1 et 2, et si la fiche d'essais l'exige cela peut être aussi le cas des pièces de classe 3, un **procès-verbal** de réparation est établi; on y reporte les renseignements suivants :

- désignation et repère de la pièce;
- emplacement, nature et importance du défaut réparé;
- résultat du ressuage après réparation;
- macrographie;
- - radiographie après soudage;
- date de la réparation, mode de réparation et nom du soudeur.

4.7.5 Pour la réparation par soudage d'une zone désignée, le procès-verbal de réparation, ainsi qu'une copie de l'accord du Client, si celui-là n'est pas permanent, doivent être joints aux pièces réparées.

Dans le cas d'une réparation d'une zone courante, le Fondeur conserve et archive le **procès-verbal** de réparation dans son usine productrice.

Une pièce réparée par soudage doit être repérée par la lettre S.

5 CONDITIONS DE RÉCEPTION

5.1 PRÉSENTATION EN RÉCEPTION.

La présentation en réception, le prélèvement des échantillons et les essais de réception sont effectués chez le Fondeur. Ils peuvent avoir lieu en présence ou non du Client, selon accord entre parties.

La date proposée par le Fondeur pour l'exécution de ces opérations est **indiquée** par note **écrite** à l'agent réceptionnaire du Client. Cette note reproduit les indications de la commande et mentionne les repères et masses des pièces à **contrôler**, ainsi que tout autres renseignements utiles.

5.2 LOTISSEMENT.

5.2.1 Lot naturel.

Un *lot naturel* de contrôle est constitué par des pièces

- de même alliage;
- définies par le même dessin;
- provenant d'une même coulée et d'une même fournée de traitement thermique.

INSTRUCTION
relative aux pièces de fonderie en alliages d'aluminium
et de magnésium

22
Mai
1987

AIR

3380/C
15

5.2.2 Lot mixte.

Pour les pièces de classe 3, on peut admettre que des éléments différents, mais assimilables par leur volume et leur épaisseur, soient groupés en un même *lot mixte*, pourvu qu'ils aient été coulés dans la même journée et soumis à un traitement thermique commun.

5.2.3 Nombre de pièces par lot.

Le nombre maximum de pièces par lot n'est pas limité pour les pièces répondant aux conditions du paragraphe 5.2.1; il est défini par accord entre Fondateur et Client pour les pièces admises dans les conditions du paragraphe 5.2.2.

5.2.4 Lot artificiel.

Si les pièces sont de dimensions et de poids importants ne pouvant être réalisées qu'individuellement, ou en petit nombre par lot, chacune d'elles constitue un « lot naturel » aux fins du contrôle.

Toutefois, pour les essais de dissection, ces pièces sont groupées en *lots artificiels* définis dans le tableau de la page 16 (voir colonne dissection).

5.2.5 Chaque lot reçoit un numéro de repérage.

5.2.6 Nombre de prélèvements par lot.

Le nombre de prélèvements sur lesquels doivent être effectués les divers essais est défini pour chaque lot, selon les classes des pièces, dans le tableau page 16.

5.3 INTERPRETATION DES RÉSULTATS D'ESSAIS, SANCTIONS.

5.3.1 Exercice du contrôle.

Le contrôle est exercé obligatoirement par le Fondateur auquel il appartient de s'assurer que les pièces qu'il livre sont conformes aux spécifications de la présente norme et, le cas échéant, aux exigences particulières du Client.

Le Client demeure, toutefois, libre de la décision d'acceptation ou de refus motivé. Il peut procéder à toutes vérifications nécessaires pour s'assurer de la validité des résultats obtenus par le Service de Contrôle du Fondateur.

5.3.2 Sanction des essais.

5.3.2.1 VALIDITÉ DES ESSAIS.

Il n'est pas tenu compte des résultats obtenus dans des conditions défectueuses de contrôle. Dans ce cas, les essais sont recommencés après élimination des causes d'erreurs.

5.3.2.2 CONTRÔLE NON DESTRUCTIF DES PIÈCES.

5.3.2.2.1 Essais individuels (contrôle à 100 %) : les pièces qui ne satisfont pas à ces essais, sont rebutées individuellement.

5.3.2.2.2 Essais par prélèvement : lorsqu'un seul de ces examens ne donne pas satisfaction, le contrôle devient individuel.

Tableau récapitulatif des conditions de réception des pièces de fonderie en alliages d'aluminium et de magnésium

Paragr. de réf.	CLASSE DE SEVERITÉ DE CONTRÔLE	SOUS-CLASSE DE CONTRÔLE	LOTISSEMENT	NOMBRE D'ANALYSES CHIMIQUES par coulée	DÉFAUTS EXTERNES	CONTROLE DIMENSIONNEL		DISSECTION		ESSAIS SUR ÉPROUVETTE e.a. : éprouvette attenante e.c. : éprouvette de caractérisation	DÉFAUTS INTERNES			TEXTURE	DURETÉ SAUF ALLIAGE de Mg	ESSAI DE PRESSION (pièce classée étanche)
						Cotes principales	Cotes générales	Mode de lotissement	Fréquence		RADIOGRAPHIE		Degré de sévérité			
											Fréquence					
3.3	5.2	4.1	4.2	4.3	4.5.3.2		4.5.3.1, 4.5.3.3	4.4	4.4.1.2	4.6	4.5.5	4.5.6				
Pièce VITALE	1	0	Lots naturels ou artificiels (§ 5.21 ou 5.24)	1	100 %	100 %	3 pièces par lot pour moulage sable, 1 pièce par lot pour moulage coquille	Lot naturel	1 par lot	e.a. : 100 %	Zone désignée (Zd)	100 %	A	Sur pièce disséquée et sur éprouvettes attenantes	100 %	100 %
								Lot artificiel	10 ^e , 25 ^e , 50 ^e et ensuite par tranche de 25		Zone courante (Zc)	100 %	B			
	1	1	Idem	1	100 %	100 %		Lot naturel	1 par lot	e.a. : 100 % ¹⁾	Zone désignée (Zd)	100 %	A	Idem	00 %	100 %
								Lot artificiel	10 ^e , 25 ^e , 50 ^e et ensuite par tranche de 50		Zone courante (Zc)	100 %	B			
Pièce IMPORTANTE	2	0	Idem	1	100 %	100 %	Lot naturel	1 par lot	e.a. : 20 % ⁽²⁾	1 ^{re} à 50 ^e pièce	> 50 ^e		Idem	100 %	100 % ⁽⁴⁾	
							Lot artificiel	10 ^e , 25 ^e , 50 ^e et ensuite par tranche de 50		Zd	100 %	Zd				100 %
	2	1	Idem	1	100 %	100 %	Lot naturel	1 par lot	e.a. : 10 % ⁽³⁾	1 ^{re} à 50 ^e pièce	> 50 ^e		Idem	100 %	100 % ⁽⁵⁾	
							Lot artificiel	10 ^e , 25 ^e , 50 ^e et ensuite par tranche de 50		Zd	100 %	Zd				100 %
Pièce SECONDAIRE	3	0	Lots naturels ou artificiels admis en lot mixte (§ 5.2.1, 5.2.2, 5.2.3, 5.2.4)	1	100 %	100 %	Tous types de lots	Pas de dissection Éventuel. 1 par tranche de 100	e.c. : 1 éprouvette par coulée	1 ^{re} à 50 ^e	> 50 ^e		100 %	Suivant demande ⁽⁶⁾		
							Tous types de lots			10 %	3 %	D				

(1) Allègement possible e.a. : 50 %.

(2) Allègement possible e.a. : 10 % avec min. de 1 éprouvette dans le cas de T.T. à l'unité.

(3) Allègement possible e.a. : 5 % avec min. de 1 éprouvette dans le cas de T.T. à l'unité.

(4) Possibilité d'allègement du pourcentage de contrôle radiographique : Zd : 50 % ; Zc : néant.

(5) Possibilité de suppression de l'examen radiographique.

(6) Possibilité de suppression de l'examen radiographique.

INSTRUCTION
relative aux pièces de fonderie en alliages d'aluminium
et de magnésium

3
Novembre
1975

AIR

3380/C

16

INSTRUCTION
relative aux pièces de fonderie en alliages d'aluminium
et de **magnésium**

22
Mai
1987

AIR

3380/C

17

5.3.2.3 **CONTROLE DE LA COMPOSITION CHIMIQUE.**

Si l'un des composants est hors **tolérance**, on effectue deux contre-essais sur des pièces provenant de la même coulée.

Si les résultats sont insuffisants, les **pièces** provenant de la coulée correspondante sont rebutées, ou présentées en **dérogation**, après examen des résultats des essais mécaniques et selon la nature de l'élément, dont la teneur est hors tolérance. Lorsque le lot est constitué de pièces de coulées différentes, les contre-essais sont effectués sur chaque coulée.

5.3.2.4 **CONTROLE DES DÉFAUTS INTERNES.**

Les critères d'acceptation sont énoncés dans l'annexe D « Conditions de contrôle des défauts décelés en radiographie »,.

Toutes les pièces reconnues défectueuses sont rebutées. Si une réparation par soudure est possible, elle doit être effectuée suivant les modalités du paragraphe 4.7.

5.3.2.5 **CONTROLE SUR ÉPROUVETTES ATTENANTES.**

Si le contrôle sur éprouvettes attenantes n'est pas satisfaisant, on procède de la façon ci-après.

5.3.2.5.1 *Cas des pièces à contrôle individuel.*

Une nouvelle éprouvette est prise dans chaque pièce ayant donné un résultat insuffisant et, si le contre-essai n'est pas satisfaisant, la pièce est rebutée ou présentée en dérogation. Si le pourcentage de rebut dépasse 20 %, le lot est remanié ou rebuté.

5.3.2.5.2 *Cas des pièces à contrôle par prélèvement.*

Un prélèvement double est effectué, moitié dans les pièces ayant donné des résultats insuffisants, moitié dans de nouvelles pièces. Si un seul résultat s'avère non satisfaisant au cours du contre-essai, le lot est :

— contrôlé à 100 %, les pièces non conformes étant alors rebutées sans nouveau contre-essai;

— rétraité si le traitement thermique paraît être en cause.

5.3.2.6 **CONTROLE SUR ÉPROUVETTES DE DISSECTION.**

Toute éprouvette présentant des défauts peut, sur demande du Fondateur, être annulée. Il y a lieu, dans ce cas, de faire figurer au procès-verbal les **raisons** de cette annulation et les caractéristiques mécaniques de cette éprouvette. Elle doit obligatoirement être remplacée par une éprouvette de contre-essai, et une seule, provenant d'une zone aussi voisine que possible de celle dont l'éprouvette a été annulée.

Si le contre-essai n'est pas satisfaisant, le lot est rebuté ou ajourné.

Le lot de pièces ajourné est présenté au contrôle du Client. Celui-ci effectue, ou fait effectuer, tous les examens complémentaires qu'il juge utiles (par exemple, le prélèvement des pièces à disséquer peut être doublé, un essai non satisfaisant entraîne alors le rebut du lot) et prend alors la décision de refus ou d'acceptation.

5.3.2.7 **CONTROLE DE LA DURETÉ.**

Les résultats sur l'ensemble d'un lot doivent être homogènes (limites d'homogénéité ± 10 %) et sont comparés à ceux obtenus sur pièces disséquées.

5.3.2.8 **CONTROLE DE L'ÉTANCHÉITÉ.**

L'essai ne doit faire apparaître aucune fuite, ni suintement.

INSTRUCTION
relative aux **pièces** de fonderie en alliages d'aluminium
et de **magnésium**

22
Mai
1987

AIR

3380/C
18

5.3.3 **Remaniement.**

Lorsque des résultats d'essai non satisfaisants peuvent être attribués au traitement thermique, le Fondateur est autorisé à retraiter le lot. Il doit, dans ce cas, refaire, après le nouveau traitement, tous les essais destinés à **contrôler** les caractéristiques mécaniques.

5.4 **DOCUMENTS DE RÉCEPTION.**

5.4.1 **Procès-verbal de réception. Fiche de contrôle.**

Pour chaque lot de pièces présenté en réception, les résultats d'essai et les sanctions qu'ils entraînent sont obligatoirement consignés sur une fiche de contrôle, conforme au modèle approuvé par le Client.

Les résultats transcrits sur cette fiche doivent être certifiés exacts par le Chef du **Contrôle** du Fondateur.

Dans tous les cas, un exemplaire au moins de cette fiche est envoyé au Client, en même temps que les pièces.

5.4.2 **Poinçons de contrôle.**

L'apposition des poinçons d'acceptation, facilement identifiables par le Client, est obligatoire; ils doivent être conformes à la **R. C. Aéro** en vigueur.

5.5 **MARQUAGE.**

Les pièces coulées doivent être marquées en des emplacements précisés par le Client sur le dessin de la pièce.

Si les dimensions le permettent, chaque pièce de classe **1** et **2** est obligatoirement identifiée par les indications suivantes :

- monogramme du Fondateur et de l'usine, s'il y a lieu;
- désignation de l'alliage;
- numéro de la pièce (plan ou **modèle** à préciser sur le dessin);
- classe de sévérité de **contrôle** de la pièce (chiffre cercle);
- numéro, expression littérale, ou repère quelconque se référant à la coulée et au lot de traitement thermique dont la pièce est issue;
- la lettre P pour les pièces ayant subi l'essai de pression;
- la lettre S pour les pièces réparées par soudage;
- poinçon d'acceptation du **contrôle**.

Les quatre premières indications et, si possible, la sixième viennent, obligatoirement, de moulage; les autres doivent être apposées de façon à ne pas **compromettre** la **sécurité** de la pièce.

En cas d'impossibilité de porter toutes ces indications, ainsi que pour les pièces de classe **2**, on peut admettre un marquage simplifié comprenant :

- le monogramme du Fondateur;
- le repère d'identité de la pièce;
- le poinçon du contrôle.

Dans le cas des petites pièces, les marquages sont portés sur le sachet servant à les emballer et stocker.

Le repère d'identité de la pièce doit permettre son identification en consultant les documents de coulée tenus par le Fondateur.

5.6 PRESCRIPTIONS ADMINISTRATIVES GÉNÉRALES.

3.6.1 Rédaction des commandes.

En plus des indications nécessaires à l'exécution de la fourniture, chaque commande doit comporter, éventuellement par l'intermédiaire des dessins et des annexes qui l'accompagnent, les indications ci-après :

- quantité de pièces;
- numéro de la pièce au dernier indice;
- désignation de l'alliage, le numéro de la fiche de caractéristiques de la présente norme;
- mention « modèle non fourni » ou « fourni » (préciser sa conception, son état, son numéro et les vérifications à effectuer);
- numéros des dessins de la pièce;
- état de livraison de l'alliage;
- état d'utilisation de l'alliage;
- adresse d'expédition;
- délai de livraison;
- nature et mode d'emballage.

En outre, la commande doit spécifier, s'il y a lieu, toutes les conditions particulières de réception, en se référant à la présente norme et aux accords éventuels intervenus avec le Fondateur.

5.6.2 Accusé de réception des commandes.

Ce document doit comporter, en particulier, l'indication des caractéristiques imposées qui ne peuvent, exceptionnellement, être vérifiées par les soins du Fondateur.

Ce dernier peut proposer le laboratoire où ce contrôle peut être effectué.

5.6.3 Bordereau d'expédition et de livraison.

Dûment numérotés et datés, ces documents doivent préciser en plus des indications comptables et administratives :

- la nature du produit, la masse;
- la nature de l'alliage, suivie de l'indicatif du Fondateur;
- la référence de la fiche de contrôle.

5.6.4 **Emballage.**

Le Fondateur doit prendre toutes les précautions nécessaires pour que les pièces moulées ne subissent pas de détérioration ou de corrosion pendant le transport. Il incombe au Client de signaler toute anomalie d'emballage dès réception des pièces.

6 FICHES DE CARACTÉRISTIQUES DES ALLIAGES

6.1 **PRÉSENTATION DES FICHES DE CARACTÉRISTIQUES.**

6.1.1 **Modèle de fiches.**

Les fiches sont analogues au modèle de l'A.E.C.M.A., mais n'y figurent que les lignes nécessaires aux caractéristiques des alliages de la présente norme, ces lignes gardant le numéro du modèle.

6.1.2 **Numéro de la fiche.**

Chaque fiche comporte un numéro composé par :

— le numéro de la présente norme (3380/C), suivi du numéro d'ordre de l'alliage dans la norme (de 01 à 49 pour les alliages d'aluminium et de 51 à 99 pour les alliages de magnésium) suivi du numéro d'ordre de la fiche dans le même alliage.

6.1.3 **Composition chimique** (voir § 4.1).

Les éléments figurent toujours dans le même ordre; les valeurs de ceux qui sont critiques sont en caractères gras.

6.1.4 **Colonnes.**

La colonne 2 donne les valeurs de l'éprouvette de caractérisation de la coulée. Les colonnes qui suivent indiquent les valeurs des caractéristiques mécaniques à obtenir sur éprouvettes attenantes ou de dissection, en fonction de la classe de sévérité de contrôle de la pièce et de la zone désignée ou courante.

6.2 **DÉSIGNATION CONVENTIONNELLE DES ETATS DE LIVRAISON.**

Les états de livraison sont désignés conventionnellement suivant le tableau ci-dessous :

SYMBOLE	ÉTAT
0	Recuit.
T4	Mise en solution séparée et maturation.
T6	Mise en solution séparée et revenu.

INSTRUCTION
relative aux pièces de fonderie en alliages d'aluminium
et de magnésium

3
Novembre
1975

AIR

3380/C

21

6.3 TABLEAU DES FICHES DE CARACTÉRISTIQUES.

ALLIAGES	DÉSIGNATIONS			NUMÉRO DE LX FICHE
	AFNOR	COURANTE	A.E.C.M.A.	
Base aluminium	A-S7 GO6		AL-C26	3380/C 011
	A-S7 GO3		AL-C27	3380/C 021
	A-U4 Z3G			3380/C 031
	A-U5 GT		AL-C12	3380/C 041
	A-U5 NKZr		AL-C14	3380/C 0 5 1
	A-G6			3380/C 061
Base magnésium	G-Ag2,5 Tr	MSR	MG-C51	3380/C 5 1 1
	G - A 9 (T4)		MG-C61	3380/C 521
	G-A9 (T6)		MG-C61	3380/C 522
	G-Z4 Tr	RZ5	MG-C43	3380/C 531
	G-Tr3 Z2	ZRE1	MG-C91	3380/C 541
	G-Th3 Z2	ZT1	MG-C81	3380/C 551

INSTRUCTION relative aux pièces de fonderie en alliages d'aluminium et de magnésium										3 Novembre 1975		AIR		3380/C 23	
A.E.C.M.A. AL-C26		FICHE DE CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIAUX N° 3380/C 011 ALLIAGE DE FONDERIE BASE ALUMINIUM								A-S7 G06					
1	Composition chimique (%)	Élément	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	Al	Autres				
		Min.	6,650				0,45		0,15 0,15		Reste	Chaque	Total		
		Max.	7,50	0,20	0,10	0,10	0,70	0,10	0,35 0,35			≤ 0,05	≤ 0,15		
2	1		2		3		4		5		6		7		
4	Formes — Moyens d'obtention Dimensions limites				Coulée sable ou coquille										
6	Etat et traitement thermique de livraison				T6 Mise en solution 8 à 12 h à 535 ± 5 °C. Trempé- eau à l'ambiante. Revenu de 155 ± 3 °C pendant 6-10 h à 170 ± 3 °C pendant 3-6 h.										
7	Etat et traitement thermique d'utilisation				Idem										
8	Epreuve (traitement thermique, prélèvement)			Epreuve de caractérisation de la coulée	Epreuve atténante ou de dissection										
					Classe 1				Classe 2		Classe 3				
					Zone désignée	Zone courante	Zone désignée	Zone courante	Toutes zones						
12	Température		θ	°C											
13	Limite convention. d'élasticité		Rp	0,2 MPa	240	220	2	2	0	220	220				
14	Résistance		R m	MPa	320	280	270	270	260						
15	Allongement		A	5,65 %	4	3	2	2	1,5						
16	Striction		Z	%											
17	Dureté		H	HB	85	85	85	85	-85						
32	Conductivité électrique														
35	Réparation par soudage				Possible.										
98	Notes														
99	Emploi type														

INSTRUCTION relative aux pièces de fonderie en alliages d'aluminium et de magnésium										3 Novembre 1975		AIR		3380/C 25	
A.E.C.M.A. AL-C27		FICHE DE CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIAUX N° 3380/C 021 ALLIAGE DE FONDERIE BASE ALUMINIUM								A-S7 G03					
1	Composition chimique (%)	Élément	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti		Al	Autres			
		Min.	6,50					0,25		0,05		Reste	Chaque	Total	
		Max.	7,50	0,20	0,10	0,10	0,45	0,10	0,20				≤ 0,05	≤ 0,15	
2	1			2		3		4		5		6		7	
4	Formes — Moyens d'obtention Dimensions limites				Coulée sable ou coquille										
6	Etat et traitement thermique de livraison				T6		Mise en solution. 8 à 12 h à 540 ± 5 °C. Trempe eau à l'ambiante. Revenu 4 h minimum à 155 ± 3 °C.								
7	Etat et traitement thermique d'utilisation				Idem										
8	Epreuve (traitement thermique, prélèvement)				Epreuve de caractérisation de la coulée	Epreuve attenante ou de dissection									
						Classe 1		Classe 2		Classe 3					
						Zone désignée	Zone courante	Zone désignée	Zone courante	Toutes zones					
12	Température		θ	°C											
13	TRACTIO	Limite convention. d'élasticité		Rp 0,2	MPa	220			200	200	200				
14		Résistance		R m	MPa	290			250	240	240				
15		Allongement		A 5,65	%	4			2	2	2				
16		Striction		Z	%										
17		Dureté		H	HB	85			85	85	85				
32	Conductivité Electrique														
35	Réparation par soudage				Possible.										
98	Notes														
99	Emploi type														

INSTRUCTION relative aux pièces de fonderie en alliages d'aluminium et de magnésium										3 Novembre 1975		AIR		3380/C 27	
A.E.C.M.A.			FICHE DE CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIAUX N° 3380/C 031 ALLIAGE DE FONDERIE BASE ALUMINIUM							A-U4 Z3G					
1	Composition chimique (%)	Élément	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	Al	Autres				
		Min.	-	-	3,80	0,25	0,25	2,50	-	-	Reste	Chaque	Total		
		Max.	0,05	0,10	4,60	0,50	0,50	3,50	435	-	-	≤ 0,05	≤ 0,15		
2	1				2	3	4	5	6	7					
4	Formes → Moyens d'obtention Dimensions limites				Coulée sable ou coquille										
6	État et traitement thermique de livraison				T6 Mise en solution . . . 6 à 8 h à 490 ± 3 °C et 30 à 48 h à 507 ± 3 °C. Trempé eau à l'ambiante. Revenu 3 à 6 h à 190 ± 3 °C.										
7	État et traitement thermique d'utilisation				Idem										
8	Éprouvette (traitement thermique, prélèvement)				Éprouvette de caractérisation de la coulée	Éprouvette attenante ou de dissection									
						Classe 1		Classe 2		Classe 3					
						Zone désignée	Zone courante	Zone désignée	Zone courante	Toutes zones					
13	TRACTION	Temperature	θ	°C											
		Limite convention. d'élasticité	Rp	0,2	MPa	330	300	280							
		Résistance	Rm		MPa	410	380	340							
		Allongement	A	5,65	%	4,5	3	3							
		Striction	Z		%										
17	Dureté	H	HB	100	100	100									
32	Conductivité électrique														
35	Réparation par soudage				Interdite.										
38	Notes				Attaque sulfochromique indispensable avant contrôle de défauts externes.										
39	Emploi type														

INSTRUCTION relative aux pièces de fonderie en alliages d'aluminium et de magnésium										3 Novembre 1975		AIR		3380/C 29	
A.E.C.M.A. AL-CI2			FICHE DE CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIAUX N° 3380/C 041 ALLIAGE DE FONDERIE BASE ALUMINIUM							A-U5 GT					
1	C o m p chimique (%)	Elément		Si o n	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	Al	Autrés			
		Min.	Max.									Reste	Chaque	Total	
		0,30	0,35												5,00
2	1			2		3		4		5		6		7	
4	Formes Moyens d'obtention Dimensions limites			Coulée sable ou coquille											
6	Etat et traitement thermique de livraison			T4 ou T6 Mise en solution. . . 5 h minimum à 52± 5 °C. Trempé. eau à l'ambiante. Maturation. 4 jours entre 20 °C et 30 °C, ou revenu 2 h à 140 ± 3 °C.											
7	Etat et traitement thermique d'utilisation			Idem											
8	Epreuve de caracté- (traitement thermique, prélèvement)			Epreuve de risation de la coulée	Epreuve attenante ou de dissection										
					Classe 1		Classe 2		Classe 3						
					Zone désignée	Zone courante	Zone désignée	Zone courante	Toutes zones						
12 13 14 15 16	T A C T I O N	Temperature		θ	°C										
		Limite convention. d'élasticité R _p		p	0,2	MPa	220	200	190	190	180	180			
		Résistance		R _m	MPa	340	300	290	290	280	280				
		Allongement		A _{5,65}	%	7	4	3	3	3	3				
		Striction		Z	%										
17	Dureté		H	HB	90	90	90	90	90	90	90				
32	Conductivité Electrique														
35	Réparation par soudage			Possible.											
38	Notes			Alliage intéressant par son niveau de résistance et sa bonne plasticité , mais d'une mise en œuvre présentant certaines difficultés. Attaque sulfochromique indispensable avant contrôle de défauts externes.											
39	Emploi type														

INSTRUCTION relative aux pièces de fonderie en alliages d'aluminium et de magnésium											3 Novembre 1975		AIR	3380/C 31			
A.E.C.M.A. AL-C14		FICHE DE CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIAUX N° 3380/C 051 ALLIAGE DE FONDERIE BASE ALUMINIUM										A-U5 NKZr					
1	Composition chimique (%)	Élément	Si	Fe	Cu	Mn	Ni	Zr	Ti	Co	Sb	Co+Sb	Ti+Zr	Ai	Autres		
		Min.	-	-	4,50	0,20	1,30	0,10	0,15	0,10	0,10	0,10	-	-	Reste	Chaque	Total
		Max.	0,30	0,50	5,50	0,30	1,80	0,30	0,25	0,40	0,40	0,40	0,60	0,50		≤ 0,05	≤ 0,15
2	1				2		3		4		5		6		7		
4	Formes — Moyens d'obtention Dimensions limites				Coulée sable ou coquille												
6	Etat et traitement thermique de livraison				T6		Mise en solution. 5 h à 535 ± 5 °C. T r e m p e eau à l'ambiante. Revenu 16 h à 215 ± 3 °C.										
7	Etat et traitement thermique d'utilisation				Idem												
8	Epreuve (traitement thermique, prélèvement)				Epreuve de caractérisation de la coulée	Epreuve attenante ou de dissection											
						Classe 1		Classe 2		Classe 3							
						Zone désignée	Zone courante	Zone désignée	Zone courante	Toutes zones							
12	TRACTION	Température		6	°C												
13		Limite convention. d'élasticité		Rp 0,2	MPa	180	160	150	150	140							
14		Résistance		Rm	MPa	220	200	190	190	180							
15		Allongement		A 5,65 A	%	1	1	1	1	0,5							
16		Striction		Z	%												
17	Dureté		H	HB	80	80	80	80	80								
32	Conductivité électrique																
35	Réparation par soudage				Possible.												
98	Notes																
99	Emploi type				Alliage utilise pour des applications à chaud.												

INSTRUCTION relative aux pièces de fonderie en alliages d'aluminium et de magnésium						3 Novembre 1975		AIR		3380/C 33					
A.E.C.M.A.		FICHE DE CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIAUX N° 3380/C 061 ALLIAGE DE FONDERIE BASE ALUMINIUM							A-G6						
1	Composition chimique (%)	Élément	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti		Al	Autres			
		Min.					5,00				Reste	Chaque	Total		
		Max.	0,40	0,50	0,10	0,50	7,00	0,20	0,20			≤ 0,05	≤ 0,15		
2	1			2		3		4		5		6		7	
4	Formes — Moyens d'obtention Dimensions limites				Coulée sable ou coquille										
6	Etat et traitement thermique de livraison				0 Recuit de détente. . 350 ± 10 °C.										
7	Etat et traitement thermique d'utilisation				Idem										
8	Epreuve (traitement thermique, prélèvement)			Epreuve de caractérisation de la coulée	Epreuve attenante ou de dissection										
					Classe 1		Classe 2		Classe 3						
					Zone désignée	Zone courante	Zone désignée	Zone courante	Toutes zones						
12	Température		θ	°C											
13	TRACTIO	Limite convention. d'élasticité		R p	0,2	MPa	120			100	90	90			
14		Résistance		R m		MPa	200			180	160	160			
15		Allongement		A	5,65	%	5			4	3	3			
16		Striction		Z		%									
17	Dureté		H	HB	68				60	60	60				
32	Conductivité électrique														
35	Réparation par soudage				Possible.										
3	8 Notes														
39	Emploi type				Alliage présentant une bonne tenue à la corrosion marine.										

INSTRUCTION relative aux pièces de fonderie en alliages d'aluminium et de magnésium										3 Novembre 1975		AIR	3380/C 3 5		
A . E . C . M . A . MG-C51			FICHE DE CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIAUX N° 3380/C 511 ALLIAGE DE FONDERIE BASE. MAGNESIUM							G-Ag2,5 Tr` (MSR)*					
1	Composition chimique (%)	Élément	Si	Fe	Cu	Mn	Ni	Zn	Zr	Ag	Terres rares	Mg	Autres		
		Min.	-	-	-	-	-	-	-	0,4	2,00	1,80	Reste	Chaque	Total
		Max.	0,01	0,01	0,03	0,15	0,005	0,10	1,0	3,00	3,00		≤ 0,05	≤ 0,15	
2	1				2		3		4		5		6		7
4	Formes — Moyens d'obtention Dimensions limites				Coulée sable ou coquille										
6	État et traitement thermique de livraison				T6		Mise en solution. 4 à 8 h à 515 ± 5 °C en atmos- phère neutre. Trempe eau (froide ou chaude). Revenu 6 à 16 h à 200 ± 3 °C.								
7	État et traitement thermique d'utilisation				Idem										
8	Éprouvette (traitement thermique, prélèvement)				Éprouvette de caractérisation de la coulée	Éprouvette attenante ou de dissection									
						Classe 1		Classe 2		Classe 3					
						Zone désignée	Zone courante	Zone désignée	Zone courante	Toutes zones					
12	Z 0 TRACTIO	Température	θ	°C											
13		Limite convention. d'élasticité	R p	0,2 MPa	175	165	150	1 5 0	150						
14		Résistance	Rm	MPa	240	230	210	210	200						
15		Allongement	A A	5,65 %	3,5	3	2	2	1,5						
16		Striction	Z	%											
17	Dureté	H													
32	Conductivité Electrique														
35	Réparation par soudage				Possible.										
98	Notes				<ul style="list-style-type: none"> • Désignation courante. 										
99	Emploi type														

INSTRUCTION relative aux pièces de fonderie en alliages d'aluminium et de magnésium						3 Novembre 1975		AIR		3380/C 37			
A.E.C.M.A. MG-C61		FICHE DE CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIAUX N° 3380/C 521 ALLIAGE DE FONDERIE BASE MAGNÉSIUM							G-A9				
1	Composition chimique (%)	Éléments		Al	Si	Fe	Cu	Mn	Zn	Mg		Autres	
		Min.	7,70	-	-	-	0,10	0,20	-	-	Reste	Chaque	Total
		Max.	8,90	0,30	0,20	0,12	0,60	1,00	-	-			
2	1			2	3	4	5	6	7				
4	Formes — Moyens d'obtention Dimensions limites				Coulée sable ou coquille								
6	État et traitement thermique de livraison				T4 Mise en solution. . . 24 h à 400 ± 10 °C ou par paliers (min. 24 h) jusqu'à 420 °C. Trempe air calme.								
7	État et traitement thermique d'utilisation				Idem								
8	Éprouvette (traitement thermique, prélèvement)				Éprouvette de caractérisation de la coulée	Éprouvette attenante ou de dissection							
						Classe 1		Classe 2		Classe 3			
						Zone désignée	Zone courante	Zone désignée	Zone courante	Toutes zones			
12	T A C T I O N	Température		θ	°C								
13		Limite convention. d'élasticité		R p 0,2	MPa	100	90	90	90	90	90		
14		Résistance		R m	MPa	230	180	160	160	140	110		
15		Allongement		A 5,65	%	6	3	2	2	1,5	1		
16		Striction		Z	%								
17	Dureté		H										
32	Conductivité électrique												
35	Réparation par soudage				Possible.								
98	Notes												
99	Emploi type												

INSTRUCTION relative aux pièces de fonderie en alliages d'aluminium et de magnésium						3 Novembre 1975	AIR	3380/C 39							
A.E.C.M.A. MG-C61		FICHE DE CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIAUX N° 3380/C 522 ALLIAGE DE FONDERIE BASE MAGNÉSIUM						G-A9							
1	Composition chimique (%)	Élément	Al	Si	Fe	Cu	Mn	Zn		Mg	Autres				
		Min.	7,70	-	-	-	-	0,10	0,20		Reste	Chaque	Total		
		Max.	8,90	0,30	0,20	0,12	0,60	1,00				≤ 0,05	≤ 0,15		
2	1			2		3		4		5		6		7	
4	Formes. --- Moyens d'obtention Dimensions limites				Coulée sable ou coquille										
6	État et traitement thermique de livraison				T6 Mise en solution. . 24 h à 400 ± 10 °C ou par paliers (min. 24 h) jusqu'à 420 °C. Trempe air calme. Revenu 10 à 16 h à 200 ± 3 °C.										
7	État et traitement thermique d'utilisation				Idem										
8	Éprouvette (traitement thermique, prélèvement)			Éprouvette de caractérisation de la coulée	Éprouvette attenante ou de dissection										
					Classe 1		Classe 2		Classe 3						
					Zone désignée	Zone courante	Zone désignée	Zone courante	Toutes zones						
12 13 14 15 16	TRACTION	Température	θ	°C											
		Limite convention. d'élasticité	Rp 0,2	MPa	130	125	125	125	115	100					
		Résistance	R m	MPa	230	195	170	170	140	120					
		Allongement	A 5,65	%	3	2,5	1,5	1,5	1	1					
		Striction	Z	%											
17	Dureté	H													
32	Conductivité électrique														
35	Réparation par soudage				Possible.										
38	Notes														
9	9	Emploi type													

INSTRUCTION relative aux pièces de fonderie en alliages d'aluminium et de magnésium										3 Novembre. 1975		AIR		3380/C 41	
A.E.C.M.A. MG-C43			FICHE DE CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIAUX N° 3380/C 531 ALLIAGE DE FONDERIE BASE MAGNÉSIUM										G-Z4 Tr (RZ5)*		
1	Composition chimique (%)	Élément	Al	Si	Fe	Cu	Mn	Ni	Zn	Zr	Terres rares	Mg	Autres		
		Min.										Reste	Chaque	Total	
		Max.	0,02	0,01	0,01	0,03	0,15	0,005	5,00	1,00	1,75		≤ 0,05	≤ 0,15	
2	1			2		3		4		5		6		7	
4	Formes — Moyens d'obtention Dimensions limites				Coulée sable ou coquille										
6	État et traitement thermique de livraison				T6 Mise en solution . . . 2 h à 330 ± 5 °C. Trempe air calme. Revenu 16 h à 175-200 ± 3 °C.										
7	-État et traitement thermique d'utilisation				Idem										
8	Éprouvette (traitement thermique, prélèvement)			Éprouvette de caractérisation de la coulée	Éprouvette attenante ou de dissection										
					Classe 1		Classe 2		Classe 3						
					Zone désignée	Zone courante	Zone désignée	Zone courante	Toutes zones						
12	Temperature	θ	°C												
13	TRACTIO z	Limite convention. d'élasticité	R _p 0,2	MPa	145	140	130	130	120	120					
14		Résistance	R _m	MPa	210	190	180	180	170	170					
15		Allongement	A 5,65	%	3	2,5	2	2	1	1					
16		Striction	Z	%											
17	Dureté		H												
32	Conductivité électrique														
35	Réparation par soudage				Possible.										
18	Notes				• Désignation courante.										
39	Emploi type														

INSTRUCTION relative aux pièces de fonderie en alliages d'aluminium et de magnésium										3 Novembre 1975		AIR		3380/C 43	
A.E.C.M.A. MG-C91			FICHE DE CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIAUX N° 3380/C 541 ALLIAGE DE FONDERIE BASE MAGNÉSIUM							G-Tr3Z2 (ZRE1)*					
1	Composition chimique (%)	Élément	Al	Si	Fe	Cu	Mn	Ni	Zn	Zr	Terres rares	Mg	Autres		
		Min.								0,8	0,40	2,50	Reste	Chaque	Total
		Max.	0,02	0,01	0,01	0,03	0,15	0,005		3,0	1,00	4,00		≤ 0,05	≤ 0,15
2	1			2		3		4		5		6		7	
4	Formes — Moyens d'obtention Dimensions limites				Coulée sable ou coquille										
6	État et traitement thermique de livraison				Homogénéisation . . 15 à 20 h à 175-200 °C. Refroidissement. . . air calme.										
7	État et traitement thermique d'utilisation				Idem										
8	Éprouvette (traitement thermique, prélèvement)			Éprouvette de caractérisation de la coulée	Éprouvette attenante ou de dissection										
					Classe 1		Classe 2		Classe 3						
					Zone désignée	Zone courante	Zone désignée	Zone courante	Toutes zones						
12	Temperature	θ	°C												
13	Limite convention. d'élasticité	R p	0,2 MPa	100				100	100	100					
14	Résistance	Rm	MPa	145				140	130	130					
15	Allongement	A	5,65 %	3				3	2	2					
16	Striction	Z	%												
17	Dureté	H													
32	Conductivité Electrique														
35	Réparation par soudage				Possible.										
38	Notes														
				* Désignation courante.											
39	Emploi type														

INSTRUCTION relative aux pièces de fonderie en alliages d'aluminium et de magnésium											3 Novembre 1975		AIR		3380/C 45	
A.E.C.M.A. MG-C81		FICHE DE CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIAUX N° 3380/C 551 G-Th3 Z2 ALLIAGE DE FONDERIE BASE MAGNÉSIMUM (ZTI)*														
1	Composition chimique (%)	Élément	Al	Si	Fe	Cu	Mn	Ni	Zn	Zr	T h	Terres rares	M g	Autres		
		Min.								1,70	0,40	2,50	Reste	Chaque	Total	
		Max.	0,02	0,01	0,01	0,03	0,15	0,005	2,50	1,00	3,50	0,10	≤	0,05	≤	0,15
2	1		2		3		4		5		6		7			
4	Formes Moyens d'obtention Dimensions limites		Coulée sable ou coquille													
6	État et traitement thermique de livraison		Homogénéisation . . 16 h à 320 ± 5 °C. Refroidissement . . à l'air.													
7	État et traitement thermique d'utilisation		Idem													
8	Éprouvette (traitement thermique, prélèvement)		E p r o u v e t t e de caracté- risation de la coulée	Éprouvette attenante ou de dissection												
				Classe 1	Classe 2	Classe 3	Toutes zones									
		Zone désignée	Zone courante	Zone désignée	Zone courante											
12	Température	θ	°C													
13	Limites d'élasticité	Rp	0,2 MPa	120		100	90	90								
14	Résistance	Rm	MPa	190	170	160		160								
15	Allongement	A	5,65 %	4	3	3		3								
16	Striction	Z	%													
17	Dureté	H														
32	Conductivité électrique															
35	Réparation par soudage		Possible.													
98	Notes		<p>• Désignation courante.</p>													
99	Emploi type															

ANNEXE B

FICHE DE FABRICATION (1)

DE PIÈCE EN

- I a) DÉSIGNATION DE LA PIÈCE (désignation de l'avion ou du matériel) :
b) DESTINATION :
c) CLASSE DE SÉVÉRITÉ DE CONTRÔLE :

II **PONDEUR.**

Raison sociale :
Siège social :
Usine :

CONSTRUCTEUR :

III ALLIAGE UTILISÉ (numéro de la fiche de caractéristiques) :

IV **MODE DE MOULAGE.**

- | | |
|-------------------------|----------------------|
| a) MODÈLE : | d) NATURE DU MOULE : |
| b) BOITE : | e) SÉCHAGE : |
| c) PROCÉDÉ DE MOULAGE : | |

V **CONDITIONS DE COULÉE.**

Température de coulée de la pièce :

VI **TRAITEMENTS THERMIQUES.**

VII **PLAN DU MOULE.**

Pour les exemplaires n° 1 et 2 joindre le plan du moule ou un croquis de la pièce brute ainsi que la description cotée des dispositifs de coulée, la forme et l'emplacement des refroidisseurs, etc.
L'exemplaire n° 3 en est dispensé.

(1) Établie en trois exemplaires.

VIII CONDITIONS DU CONTRÔLE EN SÉRIE.

Les numéros de paragraphes renvoient à la norme AIR 3380/C.

Numéro de la fiche d'essais :

A. Lotissement.

B. Essais chimiques.

1. Prélèvements :
2. Pourcentage :
3. Résultats à obtenir :
4. Sanctions :

C. Essais mécaniques.

a) ESSAIS SUR ÉPROUVETTES DE CARACTÉRISATION DE LA COULÉE :

b) ESSAIS SUR ÉPROUVETTES ATTENANTES :

1. Prélèvements :
2. Pourcentage :
3. Nature :
4. Résultats à obtenir :
5. Sanctions :

c) ESSAIS DE DISSECTION :

1. Prélèvements :
2. Pourcentage :
3. Résultats à obtenir :
4. Sanctions :

D. Essais physiques.

a) DIMENSIONS :

1. Tolérances :
2. Pourcentage :

b) SANTÉ :

c) TEXTURE :

Organisme de contrôle :

Les conditions du contrôle en série sont données dans la Fiche d'essais
et ce paragraphe peut s'y référer

INSTRUCTION
relative aux pièces de fonderie en alliages d'aluminium
et de magnésium

22
Mai
1987

AIR

3380/C

51

ANNEXE B (suite)

APPROBATION ET VISA DE LA FICHE DE FABRICATION.

Après établissement de la fiche, le Fondeur en transmet deux exemplaires au Client pour approbation des conditions de réception.

Si le Client donne son accord, il vise les deux exemplaires, en retourne un exemplaire au Fondeur et conserve le second.

ANNEXE C (1)

**TOLÉRANCES DIMENSIONNELLES
POUR LES PIÈCES EN ALLIAGES D'ALUMINIUM
MOULÉES PAR GRAVITÉ**

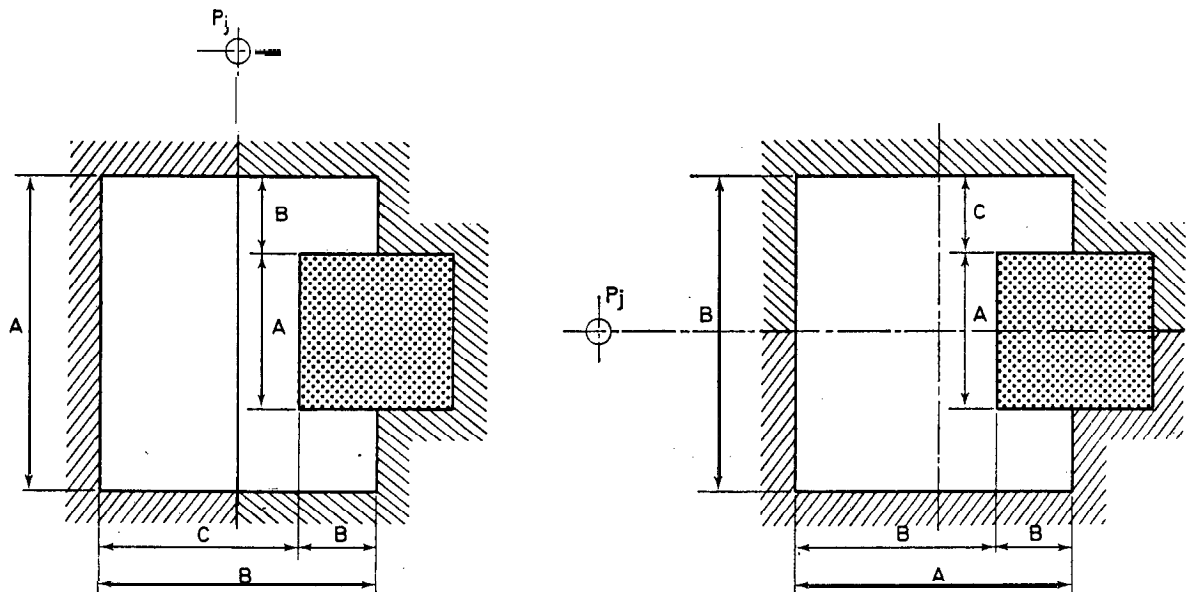
Les valeurs figurant dans cette spécification correspondent à une technique de fabrication normale. Une plus grande précision, exigeant un travail et des soins extrêmement minutieux, ne doit être spécifiée que là où elle est nécessaire car elle peut entraîner une augmentation du prix. Inversement, des valeurs plus libérales doivent être indiquées si elles sont acceptables car elles permettent de réduire le coût. Aucune modification des valeurs prescrites par la spécification ne liera la fonderie, à moins que cette dernière ne l'ait accepté par écrit.

Ce système n'est pas destiné à être appliqué globalement à l'ensemble des cotes d'une pièce.

	PAGES
Tolérances linéaires	53
Tolérances de coaxialité	53
Tolérances de planéité	54
Surépaisseurs d'usinage	55
Dépouilles	55

(1) Spécification technique adoptée le 21-1-1971 par le Centre Technique des Industries de la Fonderie.

TOLÉRANCES LINÉAIRES.



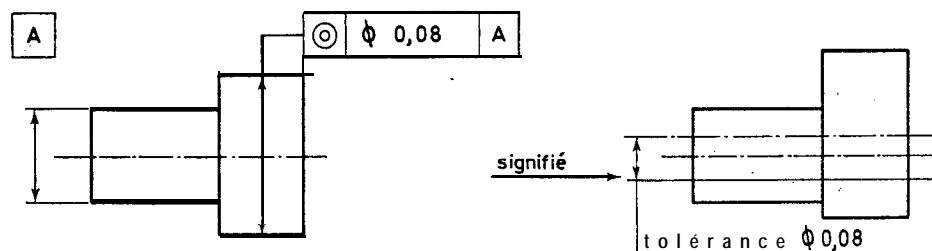
Pj : plan de joint; D : cote nominale (en mm); L : plus grande dimension de la pièce (en mm)

TYPE DE COTE	TOLÉRANCE (± en mm)	
	COQUILLE	SABLE
Type A : cotes dans une même partie de moule	$0,2 + \frac{1,5 D}{1\ 000}$	$0,5 + \frac{2 D}{1\ 000}$
Type B : cotes affectées par la position relative de deux éléments de moule (partie de moule ou noyau)	$0,3 + \frac{2 D}{1\ 000}$	$0,8 + \frac{2,5 D}{1\ 000}$
Type C : cotes affectées par les positions relatives de trois éléments de moule	$0,4 + \frac{2,5 D}{1\ 000}$	$1 + \frac{3 D}{1\ 000}$
Limite d'application (au-dessus consulter la fonderie).	L < 1000	L < 2 000

TOLERANCES DE COAXIALITÉ.

La tolérance de coaxialité est le *double* de la plus grande distance admissible entre deux axes parallèles ou, en section plane, entre deux centres.

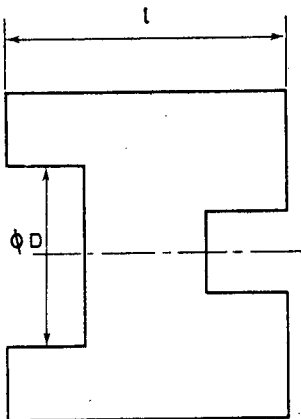
Symbolisation.



Calcul de la tolérance.

On applique les formules de tolérances **linéaires**, mais :

- on prend pour D, au lieu de la cote nominale, le plus grand **diamètre** en cause;
- on **double** la valeur ainsi obtenue, en raison de la définition de la tolérance de coaxialité.



Comme pour les tolérances linéaires, on distingue les types **A, B ou C**.

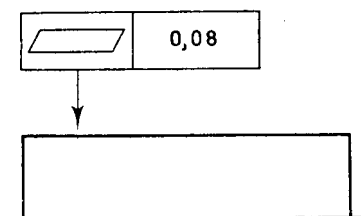
Dans le cas de tolérances du type C, la **distance l** entre les portées de noyaux doit être inférieure à quatre fois le plus grand diamètre D, sinon consulter la fonderie.

TOLERANCES DE **PLANÉITÉ**.

Plan enveloppe (d'une surface spécifiée plane) : plan parallèle à la direction générale de la surface et touchant celle-ci, sans la couper, du côté libre de matière.

Tolérance de planéité : plus grande distance admissible entre tout point de la portion de surface considérée et son plan enveloppe.

Symbolisation.



	TOLÉRANCE (en mm)	
	COQUILLE	SABLE
D : plus grande dimension de la surface	$0,4 + \frac{1,5 D}{1\ 000}$	$0,6 + \frac{2 D}{1\ 000}$

<p style="text-align: center;">INSTRUCTION relative aux pièces de fonderie en alliages d'aluminium et de magnésium</p>	<p style="text-align: center;">3 Novembre 1975</p>	<p style="text-align: center; font-size: 2em; font-weight: bold;">AIR</p>	<p style="text-align: center; font-size: 2em; font-weight: bold;">3380/C</p> <hr/> <p style="text-align: center;">55</p>
--	--	---	--

SURÉPAISSEURS D'USINAGE.

La surépaisseur d'usinage est reportée à la dimension hors tout de la pièce. La même surépaisseur est utilisée pour toutes les parties de la pièce.

	SURÉPAISSEUR (en mm)	
	COQUILLE	SABLE
L : plus grande dimension de la pièce	$1 + \frac{3L}{1000}$	$2 + \frac{4L}{1000}$

DEPOUILLES.

La dépouille est une inclinaison des parois du moule telle qu'au fur et à mesure de l'extraction du modèle ou de la pièce, leurs faces et leurs arêtes s'écartent de leur réplique dans l'empreinte.

'Sans indication du dessinateur, la dépouille est toujours prise en *excédent de matière* par rapport au plan.

Dépouille courante	Coquille : 3°	Sable : 5°
--------------------	---------------	------------

Consulter la fonderie.

ANNEXE D

**CONDITIONS DE CONTROLE
DES DÉFAUTS DÉCELÉS EN RADIOGRAPHIE**

1 NOTION DE « **SYSTÈME DE DÉFAUTS** ».

Pour des défauts de même nature, on admet que :

un défaut de rang p est équivalent à deux défauts de rang $p - 1$.

Le défaut de rang p correspond au défaut représenté par le cliché repéré p dans les planches de clichés ASTM E 155; p pouvant varier, pour un type de défaut considéré, du rang n , correspondant au défaut limite acceptable, au rang zéro, correspondant à l'absence de défaut (voir § 2 de la présente annexe).

On dit pour un défaut de même nature que :

- un défaut de rang $n + 1$ est un défaut de grade $2 a$;
- un défaut *limite acceptable* de rang n est un défaut de grade a ;
- un défaut de rang $n - 1$ est un défaut de grade $a/2$;
- un défaut de rang $n - 2$ est un défaut de grade $a/4$;
- un défaut de rang $n - i$ est un défaut de grade $a/2^i$.

Un système de défauts est défini par l'existence simultanée d'un ou plusieurs défauts de même nature ou de nature **différente** dans une surface de référence délimitée par un cercle de diamètre de :

- 70 mm dans le cas d'une zone désignée;
- 30 mm dans le cas d'une zone courante.

Le grade du système de défauts est déterminé par la somme des grades de chaque défaut.

Dans la pratique, on ne prend en considération que des défauts d'un grade égal ou supérieur à $a/4$.

2 **DÉFAUT LIMITE ACCEPTABLE DE RANG n .**

Pour chaque type de défaut (soufflures, porosités, retassures, etc.), le défaut limite acceptable de rang n est donné par les tableaux 1 et 2 à la fin de la présente annexe.

Ces tableaux -permettent, en fonction du degré de sévérité de **contrôle** radiographique A, B, C, D (voir 4.4.1.2 de la présente norme), de déterminer le rang n et par conséquent le grade a du défaut limite acceptable.

3 RÈGLE D'ACCEPTATION DES DÉFAUTS.

Lorsque un ou plusieurs **défauts** de même nature ou de nature différente coexistent dans une **même** surface de référence, le système de défauts ainsi formé doit avoir un grade inférieur à 2 a.

4 EXEMPLE **D'EXPLOITATION** DE **CLICHÉ**.

Cas d'une pièce de fonderie de classe de sévérité de contrôle 2 en alliage d'aluminium (épaisseur des zones environ : 18 mm).

Le tableau du paragraphe 4.4.1.2 de la norme donne les degrés de sévérité :

- soit B pour une zone **désignée**;
- soit C pour une zone courante.

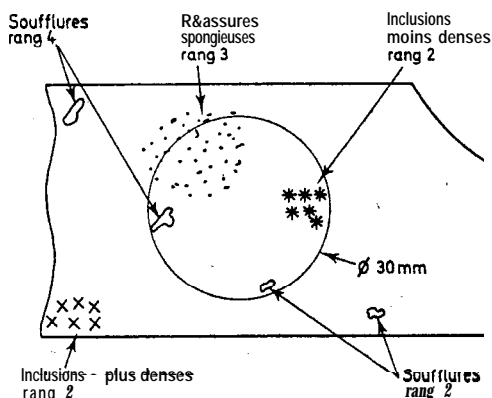
Le rang **n** des défauts limites acceptables (ou numéro du **cliché** ASTM correspondant) est donné par le tableau 1 de la présente annexe, soit pour les **degrés** de sévérité B et C :

RANG DU DÉFAUT LIMITE ACCEPTABLE		
DÉFAUT	DEGRÉ B Épaisseur 3/4"	DEGRÉ C Épaisseur 3/4"
Soufflures	2	5
Porosités sphériques	2	5
Porosités allongées	2	3
Retassures cavités	1 (1)	2 (1)
Retassures spongieuses	2	3
Inclusions moins denses	2	4
Inclusions plus denses	1	3

(1) En l'absence de cliché relatif aux retassures cavités pour l'épaisseur de 3/4", on utilise le cliché relatif à 1/4 .

Supposons que les clichés radiographiques des zones étudiées présentent des défauts schématisés par les *figures* ci-dessous.

4.1 Zone courante.



On recherche le système de défauts le plus critique,

INSTRUCTION
relative aux pièces de fonderie en alliages d'aluminium
et de magnésium

3
Novembre
1975

AIR

3380/C
58

Détermination du grade :

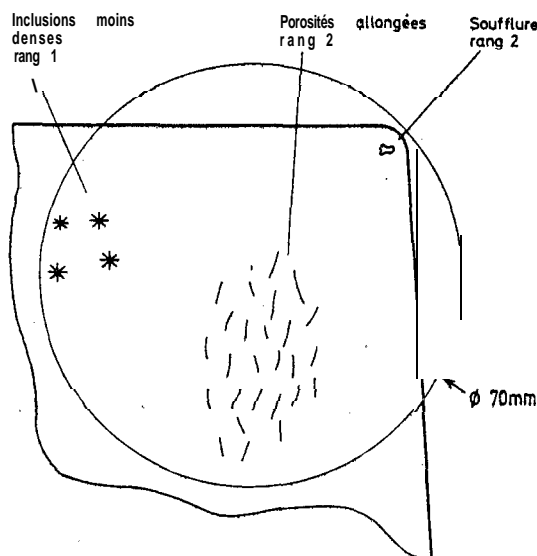
	GRADES
— inclusions moins denses (rang 2)	a/4
— retassures spongieuses (rang 3)	+ a
— soufflures (rang 4)	+ a/2
— soufflures (rang 2)	+ a/8
TOTAL	<u>7 a/4</u>

NOTA. -- On néglige les grades inférieurs à a/4.

Conclusion.

Le grade du système de défauts est inférieur à 2 a, donc la zone radiographiée est acceptable.

4.2 Zone désignée.



On recherche le système de défauts le plus critique.

Détermination du grade :

	GRADES
— inclusions moins denses (rang 1)	a/2
— porosités allongées (rang 2)	a
— soufflures (rang 2)	a
TOTAL	<u>5 a/2</u>

Conclusion.

Le grade du système de défauts est supérieur à 2 a, donc la zone radiographiée est inacceptable.

NOTA. — Le cas de la zone désignée met en évidence un système de défauts d'un grade > 2 a inscrit dans une surface plus petite que celle délimitée par un cercle de diamètre 70 mm (zone désignée).

INSTRUCTION
relative aux pièces de fonderie en alliages d'aluminium
et de magnésium

3
Novembre
1975

AIR

3380/C

59

**TABEAU 1. — Rang II (grade a)
du défaut limite acceptable pour les pièces de fonderie en alliage d'aluminium**

DÉFAUTS	RADIOGRAPHIES DE RÉFÉRENCE ASTM	DEGRÉ A		DEGRÉ B		DEGRÉ C		DEGRÉ D	
		1/4"	3/4"	1/4"	3/4"	1/4"	3/4"	1/4"	3/4"
Soufflures	1.1	1	1	2	2	5	5	6	6
Porosités sphériques	1.21	1	1	2	2	5	5	7	7
Porosités allongées	1.22	1	1	2	2	4	3	6	6
Retassures cavité	2.1	0		1		2		4	
Retassures spongieuses	2.2	1	1	2	2	4	3	5	6
Inclusions moins denses	3.11	1	1	2	2	4	4	6	6
Inclusions plus denses	3.12	1	0	2	1	4	3	6	5
Criques		0							

**TABEAU 2. — Rang II (grade a)
du défaut limite acceptable pour les pièces de fonderie en alliage de magnésium**

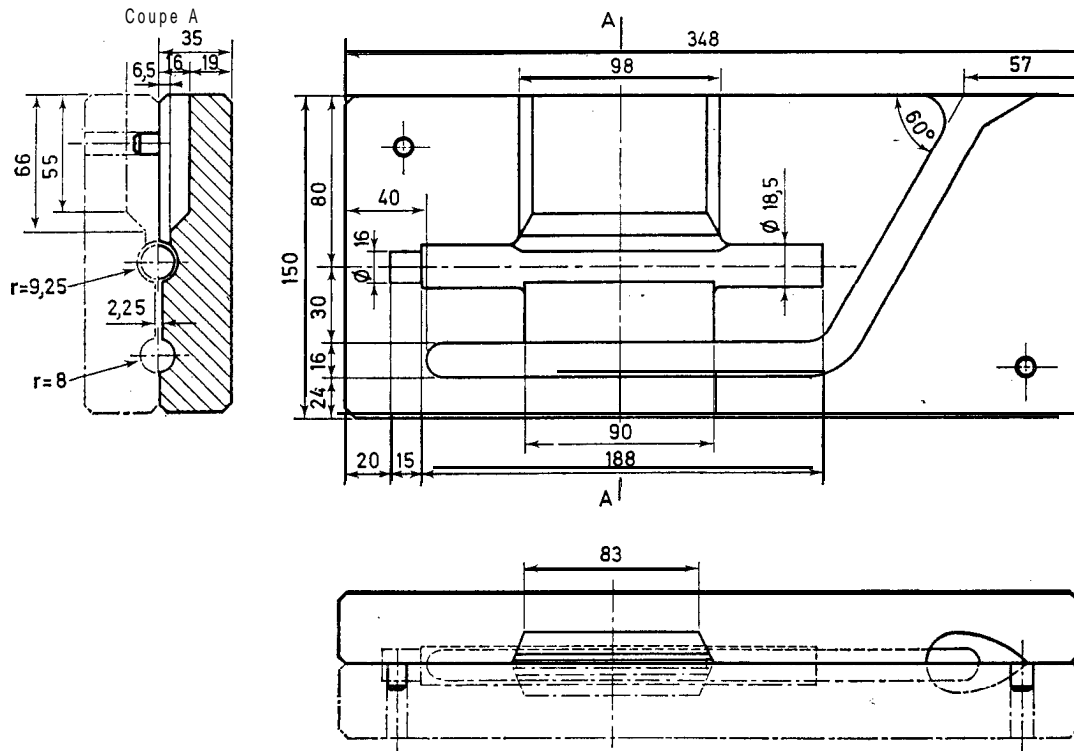
DÉFAUTS	RADIOGRAPHIES DE RÉFÉRENCE ASTM	DEGRÉ A		DEGRÉ B		DEGRÉ C		DEGRÉ II	
		1/4"	3/4"	1/4"	3/4"	1/4"	3/4"	1/4"	3/4"
Soufflures	1.1	1	1	3	3	6	6	7	7
Ségrégation	1.2	1	1	1	2	2	3	5	6
Microretassures	2.31	1	1	2	2	4	5	8	8
Retassures spongieuses	2.32	1	1	2	1	4	3	6	5
Inclusions moins denses	3.11	1	1	2	2	4	5	6	7
Inclusions plus denses	3.12	0	0	1	1	2	2	3	3
Inclusions type oxyde dense (utiliser images ségrégations), 1.2		0	0	≤ 1	≤ 1	2	2		
Criques		0							

NOTA. — **a)** Les clichés 1/4" sont utilisés pour des épaisseurs radiographiées ≤ 12,7 mm;
les clichés 3/4" pour des épaisseurs radiographiées > 12,7 mm et ≤ 50 mm.
b) 0 signifie qu'aucun défaut n'est acceptable.

ANNEXE E

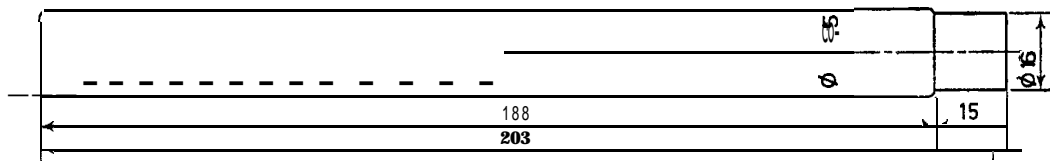
ÉPROUVETTE DE CARACTÉRISATION DE LA COULÉE (1)

(Dimensions en mm)

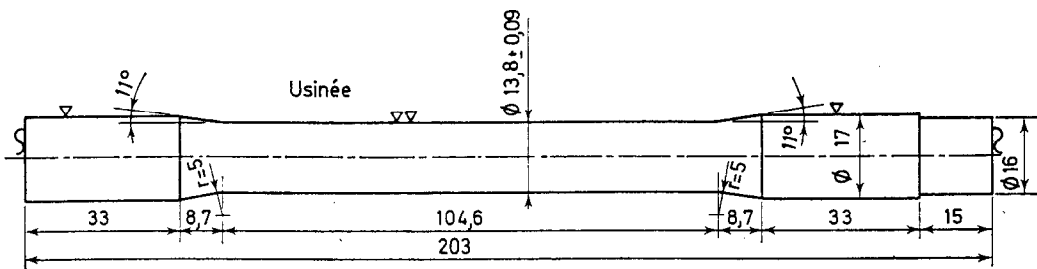


Coquille pour éprouvette de traction

Brute de coulée



Usinée



Eprouvette de traction coulée en coquille

(1) Eprouvette coulée en coquille de la norme NF A 57-702.

ANNEXE F

LIMITE D'ACCEPTATION **DES** DÉFAUTS
POUR LES ZONES RÉPARÉES PAR SOUDURE

Le rang *n* (grade a) du défaut limite acceptable toléré dans une zone réparée par soudure est donné par le tableau ci-après.

Toutefois, le défaut toléré sur la partie réparée ne peut pas avoir un rang *n* supérieur à celui toléré pour une pièce saine.

La règle d'acceptation des défauts peut être analogue à celle définie au paragraphe 3 de l'annexe IV.

Alliage d'aluminium

DÉFAUTS	RÉFÉRENCE ASTM	ÉPAISSEUR	RANG <i>n</i> (GRADE a) DU DÉFAUT LIMITE ACCEPTABLE	
			Zones désignées	Zones courantes
Soufflures	1.1	1/4"	1	2
	1.1	3/4"	1	2
Inclusions moins denses	3.11	1/4"	1	2
	3.11	3/4"	1	2
Inclusions plus denses (tungstène)	3.12	1/4"	1	2
	3.12	3/4"	1	1
Ligne de discontinuité : non acceptable.				
Reprise : soudure à refaire.				

Alliage de magnésium

DÉFAUTS	RÉFÉRENCE ASTM	ÉPAISSEUR	RANG <i>n</i> (GRADE a) DU DÉFAUT LIMITE ACCEPTABLE	
			Zones désignées	Zones courantes
Soufflures	1.1	1/4"	2	3
	1.1	3/4"	1	2
Inclusions moins denses	3.11	1/4"	1	2
	3.11	3/4"	1	2
Inclusions plus denses (tungstène)	3.12	1/4"	1	1
	3.12	3/4"	1	1
Ligne de discontinuité :				
1° ligne nette assimilable à une reprise : soudure à refaire;				
2° ligne floue correspondant à une différence d'orientation cristalline : acceptation.				