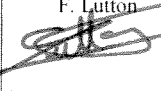


Identifiant			Descriptif	
Émetteur	Numéro	Indice	Type	Processus
STP	0209	B	Guide	

Guide de Cotation des plans mécaniques

TABLE DES MODIFICATIONS

Indice	Date	Nature de la modification	Rédacteur	Vérificateur	Émetteur	Approbateur
C						
B	12/05/11	Compléments : p11, p14	C. Barthe-Dejean 	F. Lutton 	G. Voltolini 	L. Olivier 
A	05/07/10		C. Barthe-Dejean	F. Lutton	G. Voltolini	L. Olivier

Date de mise en application

Sommaire

1. Objet du document.....	3
2. Domaine d'application.....	3
3. Documents de référence.....	3
4. Principes de base à appliquer.....	3
4.1 Rappel des principales définitions.....	3
4.2 Principe d'indépendance.....	4
4.3 Dimension locale réelle : dimension tolérancée.....	4
4.4 Dimension théorique exacte.....	4
4.5 L'exigence d'enveloppe E.....	6
4.6 Tolérances géométriques.....	6
4.7 Références.....	7
4.7.1 Diamètre.....	7
4.7.2 Référence commune.....	7
4.7.3 Zone commune.....	7
4.7.4 Référence simple tolérancée.....	8
5. Notation à utiliser avec précaution.....	8
5.1 Zone projetée P.....	8
5.2 Symbole F (pour les pièces non rigides).....	9
5.3 Références partielles.....	9
5.4 Battement circulaire radial.....	10
5.5 Cotation des soudures.....	10
6. Notations non-ISO mais tolérées sur nos plans.....	12
6.1 Cotation des chanfreins.....	12
6.2 Cotes entre parenthèses.....	12
6.3 Notation "= dimension =".....	13
6.4 Cotes "hors tout".....	13
7. Notations NON applicables sur nos plans.....	13
7.1 Maximum et minimum de matière M.....	13
7.2 Formule de conicité.....	14
7.3 Cotation des arêtes.....	14
8. MODIFICATIONS.....	14
9. Exemple.....	15

1. Objet du document

Le but de ce document est de donner des conseils et indications sur les règles à appliquer au bureau d'études mécaniques du GANIL concernant la cotation des plans et le tolérancement des pièces et assemblages. Cette note fait suite à la formation "Cotation ISO" qui a eu lieu le 29 et 30 mars 2010. Elle reprend une partie des conseils donnés lors de la formation et indique ce qui a été convenu en interne pour appliquer les règles générales de cotation ISO aux produits spécifiques conçus au GANIL. Le but de la note n'est pas de remplacer le guide du dessinateur industriel mais de venir en complément pour application spécifique aux études GANIL/SPIRAL2.

2. Domaine d'application

Bureau d'études de GANIL/SPIRAL2 et tous autres bureaux d'études prestataires ou travaillant en sous-traitance pour le bureau d'études GANIL et /ou pour le projet SPIRAL2.

3. Documents de référence

- [1] Support de cours : "Formation Cotation ISO "- ALPHTOM
- [2] Norme internationale : Principe de tolérancement de base ISO8015
- [3] Norme internationale : Tolérances générales dimensionnelles et géométriques ISO2768-1 et ISO 2768-2.
- [4] Guide du dessinateur industriel - A. Chevalier - Edition 2004

4. Principes de base à appliquer

Les principes suivants constituent la base de la norme ISO8015 : ils doivent être appliqués sur chaque plan.

4.1 Rappel des principales définitions

- Une dimension locale réelle est une cote tolérancée: elle définit une distance entre deux points sur deux plans en vis à vis ou sur un cylindre: exemple "10 +/- 0.1"; voir §4.3
- Une dimension théorique exacte était anciennement appelée "cotes encadrée" : cote fonctionnelle non tolérancée soumise aux tolérance géométrique.
- Elément de référence : plan ou surface réelle (donc imparfaite) pris comme référence pour coter la pièce (indiquée par un triangle noir).
- Référence spécifiée : référence ou ensemble de références spécifiées théoriques associées à un élément pour déterminer sa position spatiale à partir de l'élément de référence.
- Zone de tolérance : zone délimitée dans laquelle doit se situer l'élément réel.

4.2 Principe d'indépendance

La norme ISO 8015 introduit le principe dit "d'indépendance" : chaque exigence dimensionnelle ou géométrique spécifiée sur un dessin doit être respectée indépendamment des autres exigences.

Voir chapitre Principe de tolérancement de base - ISO8015 dans ref [1].

4.3 Dimension locale réelle : dimension tolérancée

Les tolérances peuvent être soit :

- indiquées directement sur la cote (exemple 10 ± 0.1 mm)
- être précisée dans la norme de tolérancement général dans le cartouche.

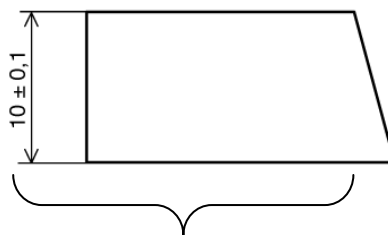
Les cotes indiquées non-tolérancées sur plan doivent respecter par défaut les tolérances dimensionnelles de la norme ISO 2768-1 (ref [3]) citée dans le cartouche . De même les tolérances géométriques si elles ne sont pas indiquées sur le plan , il faut se référer à la norme (ISO 2768-2 ref [3]) citée dans le cartouche .

Dans tous les cas, les tolérances dimensionnelles ne concernent que les **distances entre deux points et ne donnent aucune information sur l'orientation des éléments**.

On ne peut donc les associer **que** pour les cas suivants :

- deux plans en vis-à vis;
- un alésage;
- un arbre ou toute forme cylindrique;

Pour mémoire : Il s'agit des dimensions que l'on peut mesurer avec un pied à coulisse

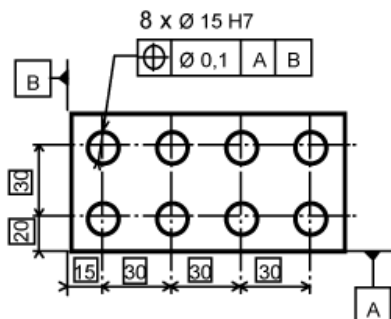


Remarque : la tolérance n'est valable que dans cette zone et ne comprend pas le plan incliné

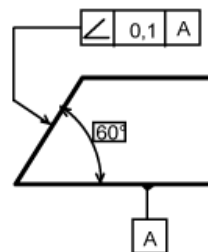
4.4 Dimension théorique exacte

Anciennement appelée "cote encadrée", les dimensions théoriques exactes sont non-tolérancées et sont soumises uniquement aux tolérances géométriques. Selon la définition du GDI ref [4], elles définissent la position, l'orientation ou le profil théorique exact d'un élément. Elles sont représentées par une dimension encadrée sur les plans, sans indication de tolérance dimensionnelle.

Exemples :

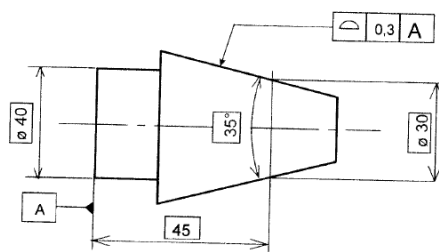


Exemple 4.4.1



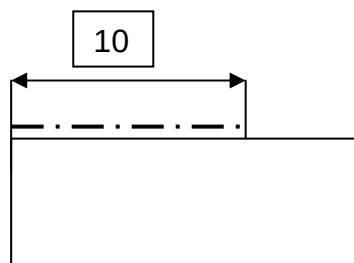
Exemple 4.4.2

On doit utiliser une dimension théorique exacte pour dimensionner un plan de jauge sur un cône.



Exemple 4.4.3

Il est recommandé d'utiliser les dimensions théoriques exactes pour coter une zone restreinte: par exemple une zone d'accueil de joint où est indiquée une exigence de rugosité.



Exemple 4.4.4

4.5 L'exigence d'enveloppe E

Ce symbole peut être ajouté sur le plan à la cote de diamètre d'un cylindre de révolution (pion ou alésage par exemple) ou pour un élément devant être monté entre deux plans en vis-à-vis. Il rajoute une exigence de forme par rapport à la tolérance dimensionnelle du diamètre :

- si c'est un pion ou un élément à assembler entre deux plans; il doit passer entre 2 plans parallèles distant de la cote au maximum indiquée;
- si c'est un alésage : le diamètre doit être inclus entre 2 plans parallèles distant de la cote au minimum indiquée;

Cette exigence englobe à la fois les tolérances géométriques de forme et de circularité (ou de parallélisme s'il s'agit de plans).

Ce symbole signifie que "le pion doit pouvoir rentrer dans son alésage " quelque soit sa forme si les dimensions respectent les tolérances dimensionnelles.

Remarque : Le symbole peut être ajouté à une cote tolérancée quelque soit son type : 10H7, 10g8; 10+/-0.1, etc ... mais pas à une dimension théorique exacte.

4.6 Tolérances géométriques

Les tolérances géométriques sont définies dans la norme ISO 1011. Leur utilisation est détaillée dans les cours [1] et dans le Guide du Dessinateur Industriel ref [4]

Quelques règles et conseils à retenir particulièrement et à appliquer :

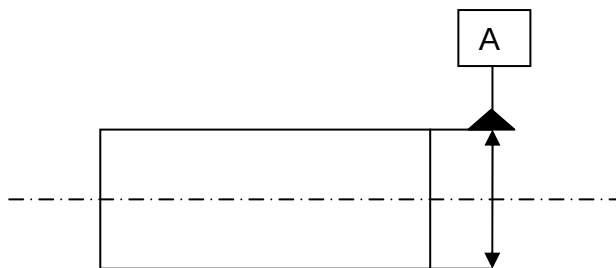
- Un même élément peut être tolérancé plusieurs fois: classer les tolérances géométriques (localisation, parallélisme, etc... par ordre décroissant des tolérances: du moins sévère au plus sévère).
- Les seules tolérances géométriques qui ne sont pas associées à une référence sont les tolérances de forme : circularité, cylindricité, planéité, rectitude, profile d'une ligne, profil d'une surface
- La tolérance de localisation (ISO5458) peut être utilisée pour des alésages, mais aussi des plans, des surfaces etc... : elle peut dans ce cas être complétée par une tolérance de parallélisme ou de perpendicularité qui indiquera l'orientation du plan.
- Une tolérance géométrique peut être appliquée à une zone restreinte d'un élément (exemple portée de joint...): délimiter alors cette zone par des dimensions théoriques exactes (cotes encadrées).
- Il est conseillé de mettre une tolérance de forme sur les éléments de référence (par exemple : plan de référence avec une tolérance de planéité de 0.1).

4.7 Références

Voir norme ISO5459

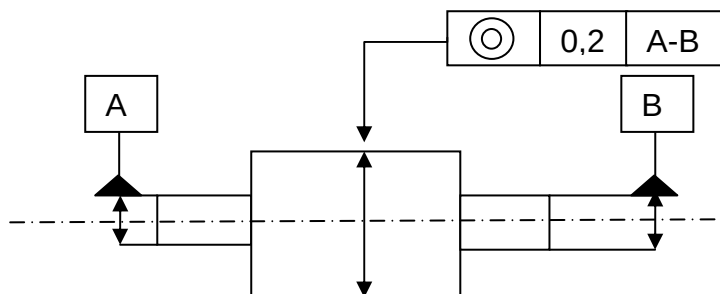
4.7.1 Diamètre

Mettre la référence sur la ligne de cote du diamètre et pas sur l'axe : dans l'exemple suivant c'est l'axe du diamètre qui est considéré :



Exemple 4.7.1

4.7.2 Référence commune



Exemple 4.7.2

L'axe définit par

A-B

 est théorique.

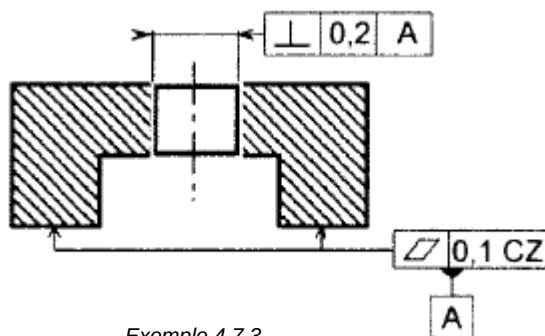
Cette notation est différente de la référence spécifiée

A	B
---	---

 qui décrit deux références réelles à prendre en compte l'une après l'autre . Dans ce cas l'ordre d'indication A puis B est important.

4.7.3 Zone commune

Il est possible de définir une seule référence commune à partir de 2 plans avec la notation CZ (Common Zone) ; voir exemple ci-dessous :

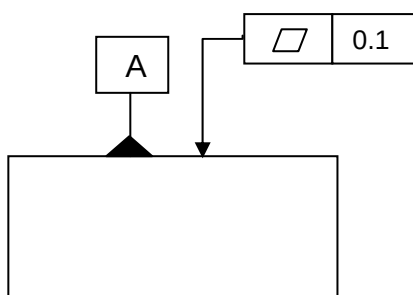


Exemple 4.7.3

Il est préférable d'écrire "Zone commune" en toutes lettres sous l'encadrement CZ pour clarifier ce symbole.

4.7.4 Référence simple tolérancée

Il est fortement recommandé d'appliquer une tolérance géométrique de forme sur les références simples (par exemple un plan) comme le montre l'exemple ci-dessous :



Exemple 4.7.4

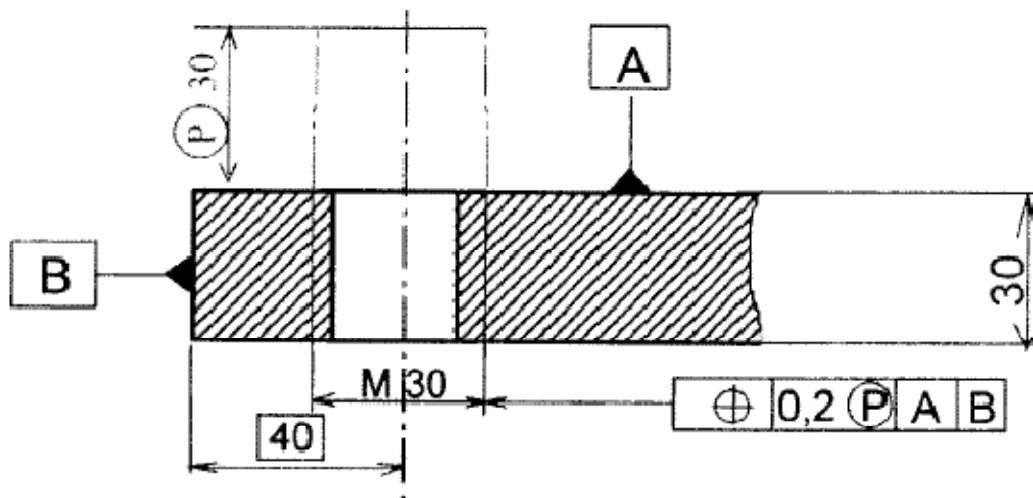
5. Notation à utiliser avec précaution

Les normes ISO suivantes peuvent ne pas être connues ou mal interprétées par les fabricants. Il ne faut pas hésiter à mettre en NOTA la référence de la norme à laquelle on se réfère ou une phrase d'explication.

5.1 Zone projetée (P)

Voir norme ISO10578

Lors de l'assemblage de plusieurs pièces par des vis; la cotation des alésages se fait sur chacune des pièces. Pour anticiper sur la position de l'axe de la vis après assemblage, on peut noter sur le plan de la pièce primaire la zone projetée de la position de la vis hors pièce. Cela permet d'éviter de rajouter plusieurs tolérances géométriques : parallélisme, perpendicularité, etc...



Exemple 5.1

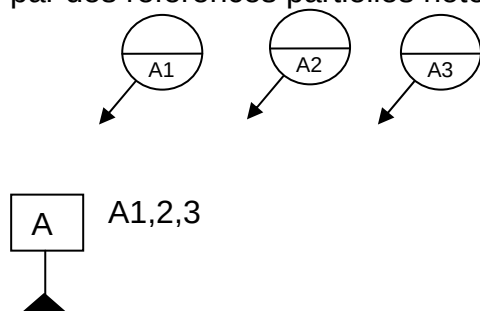
5.2 Symbole **F** (pour les pièces non rigides)

La cotation des pièces non rigides (typiquement des joints élastomère) est décrite dans la norme ISO10579. Le symbole F indique que la pièce est cotée à l'état libre (donc avant les contraintes d'assemblage). **Attention : F signifie "FREE" (libre) et non pas FINAL.**

5.3 Références partielles

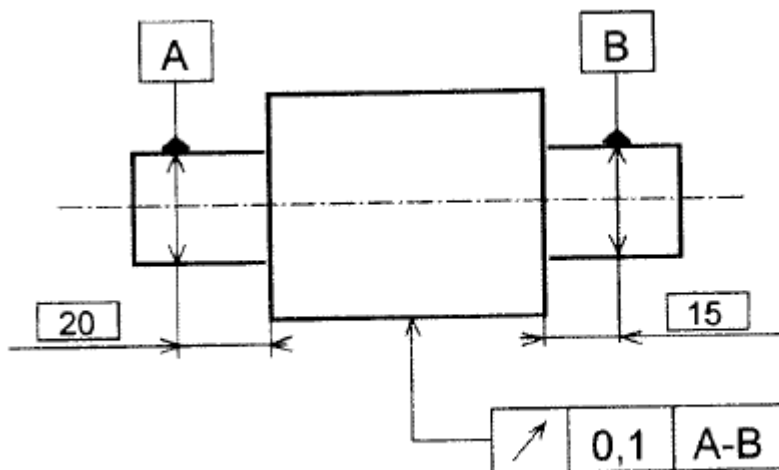
Voir norme ISO5459

Il est possible de définir une référence sur une surface gauche ou alors de définir un plan par des références partielles notées telles que indiquées ci-dessous:



5.4 Battement circulaire radial

A utiliser pour les pièces tournantes; cela permet de donner une tolérance de circularité pendant une révolution complète de la pièce par rapport à la droite de référence.



Exemple 5.4

Voir aussi Battement total radial (anciennement "double battement").

5.5 Cotation des soudures

Il existe de nombreux symboles pour indiquer les soudures sur les plans dans les cas où elles ne peuvent pas être précisément représentées sur le dessin : voir extrait de la norme NF EN ISO 2553 dans le Guide du Dessinateur (ref[4]).

Il est préférable de coter directement la soudure sur un détail lorsque cela est possible : voir exemple 5.5.1.

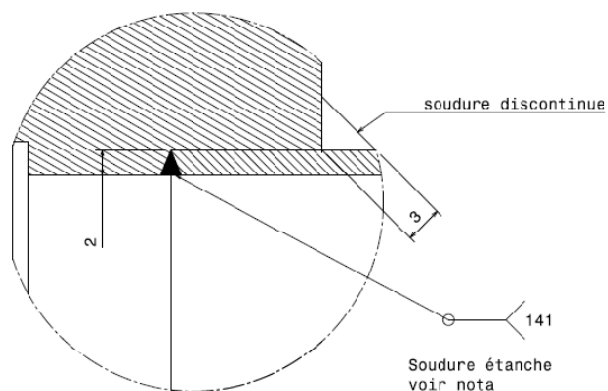
Si la soudure elle-même n'est pas représentée et cotée sur le plan alors on est obligé d'utiliser les symboles de soudure pour préciser la forme et la dimension de soudure : voir exemple 5.5.2.

Dans les deux cas : faire référence à un NOTA pour les soudures étanche au vide

Attention ! la couleur du symbole de la soudure n'indique pas si c'est une soudure continue ou discontinue : il est conseillé de l'expliquer directement avec du texte.

Le procédé de soudage est toujours indiqué par un numéro : exemple 141="soudage par Gaz inerte électrode de tungstène" (TIG).

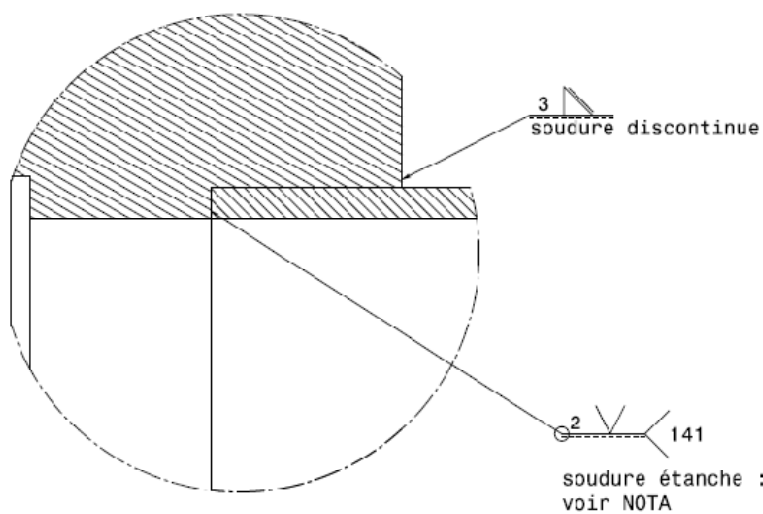
Il convient d'être très prudent car l'étanchéité des soudures est un élément essentiel de la fonction de nos pièces (type chambre à vide, soufflet etc..). Il est préférable d'ajouter un texte d'explication plutôt que de laisser des symboles qui risquent d'être incompris ou mal interprétés.



NOTA : Ensemble étanche au vide :
 Aucune fuite décelée au détecteur
 Helium sensibilité 10^{-10} mbar.l/s

Exemple 5.5.1

ou



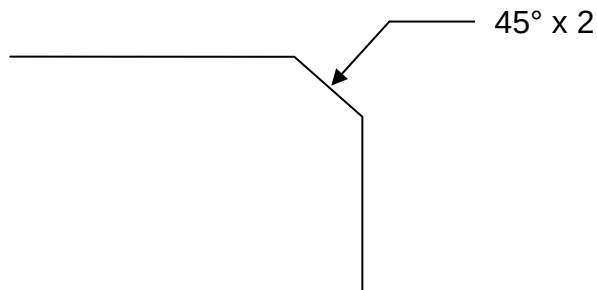
NOTA : Ensemble étanche au vide :
 Aucune fuite décelée au détecteur
 Helium sensibilité 10^{-10} mbar.l/s

Exemple 5.5.2

6. Notations non-ISO mais tolérées sur nos plans

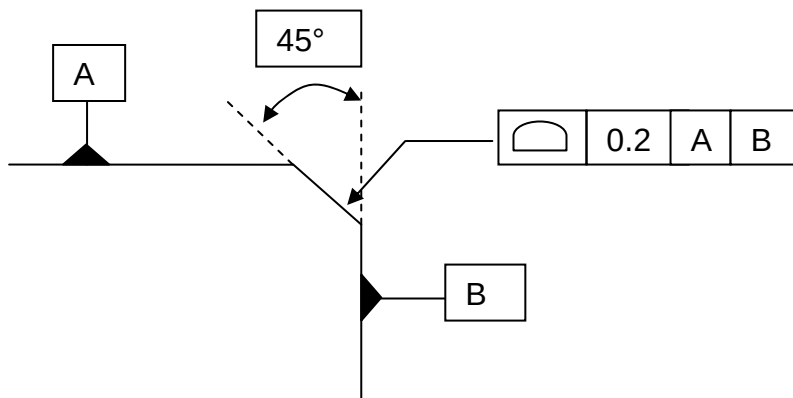
6.1 Cotation des chanfreins

La cotation habituelle des chanfreins (exemple : ch 45° x 1) n'est plus acceptée par la norme ISO8015. Elle sera cependant tolérée sur nos plans **pour les chanfreins non-fonctionnels uniquement**.



Exemple 6.1.1

Attention à bien faire la différence entre un chanfrein de type "casser les angles vifs" et un chanfrein fonctionnel. Il est recommandé de coter un chanfrein fonctionnel avec des dimensions théoriques exactes et une tolérance de forme et/ou de position.



Exemple 6.1.2

6.2 Cotes entre parenthèses

On peut mettre entre parenthèses une cote pour information :

- qui est déjà indiquée sur une autre vue ou une autre section;
- qui peut être déduite par calcul des autres cotes mais qui peuvent aider le lecteur du plan à le comprendre.

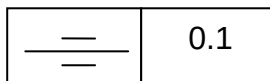
Toutefois: ne pas abuser des cotes entre parenthèses car elles surchargent les plans.

6.3 Notation "=" dimension ="

Cette notation est pratique pour indiquer qu'une dimension est répartie symétriquement de part et d'autre d'un axe. Cependant il faut être très prudent, cette notation n'est pas ISO et surtout **ne donne aucune information sur la tolérance à prendre compte sur cette symétrie.**

Une tolérance dimensionnelle ajoutée sur cette dimension sera supposée répartie également de chaque côté de l'axe.

Il est conseillé d'utiliser le symbole ci-dessous associée à une dimension théorique exacte encadrée :



La notation "=" dimension =" ne sera donc tolérée que sur des dimensions non-fonctionnelles.

6.4 Cotes "hors tout"

Pour faciliter le travail du fabricant, une annotation au dessus du cartouche indiquant les dimensions du débit matière, c'est à dire les cotes dites "hors-tout" de la pièce, peut être rajoutée dans les cas où cela ne se lit pas de manière immédiate sur le plan.

7. Notations NON applicables sur nos plans

Les notations suivantes, bien que conformes à la norme ISO8015 ne seront pas appliquées sur nos plans : soit pour éviter tout malentendu et confusion, soit parce qu'elles ne concernent pas nos types de pièces et leurs fabrication.

7.1 Maximum et minimum de matière (M)

Voir norme ISO2692

L'exigence de maximum de matière est utilisée pour l'assemblage de deux pièces. Elle a pour but d'augmenter les tolérances dimensionnelles tout en assurant la montabilité. Cette notation est surtout utilisée pour la fabrication de grandes séries car elle permet de limiter le nombre de pièces rebutées si elles sont hors tolérances dimensionnelles mais peuvent quand même se monter.

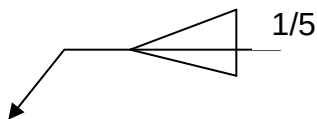
Nous n'appliquerons pas cette notation car il n'y pas de moyen de contrôle adapté et pas de grande série.

De plus, le fait d'être "montable" ne garantit pas forcément le respect de la fonction de l'assemblage

7.2 Formule de conicité

Il est conseillé d'éviter d'utiliser la notation faisant appel à la formule de conicité $C=2(h/L)$ qui est source d'erreur. Il vaut mieux indiquer un angle encadré et une tolérance de forme. On peut rajouter un diamètre dont la position par rapport au plan est encadrée.

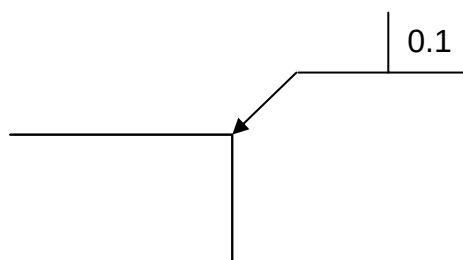
NON :



7.3 Cotation des arêtes

La cotation des arêtes telle que décrite dans la norme ISO13715 doit pas être appliquée sur nos plans. Cette notation n'est pas suffisamment connue ou compréhensible par nos sous-traitants et notre atelier mécanique et peut être à l'origine de confusions ou d'erreurs.

NON :



Voir §6.1 pour la cotation des chanfreins.

8. MODIFICATIONS

Les modifications d'un plan déjà validé doivent impérativement entraîner le passage à l'indice supérieur du plan mais aussi de la nomenclature et du plan d'ensemble qui comporte la pièce modifiée.

Sur le plan, les cotes et/ou les zones modifiées doivent être indiquées par une flèche et un triangle indiquant le nouvel indice.



Pour le lancement en fabrication, l'ensemble du dossier doit être re-transmis : les plans des pièces modifiées + ensembles + nomenclatures.

9. Exemple

L'exemple suivant est un Plan de Rehausse de propulseur avec 2 brides. Il illustre plusieurs éléments détaillés dans ce document et peut servir de référence pour la cotation des brides et tubes faisceau.

La référence A correspond à l'axe théorique du tube qui est considéré comme l'élément fonctionnel de la pièce car il représente la position du faisceau. Les pions ajustés serviront à positionner la pièce et ses éléments de montage (les trous des brides) par rapport à cet axe.

