

# Une (r)évolution dans les normes de filetages S NIHS

## Fédération de l'industrie horlogère suisse FH

Florian Emonin, sur mandat de la FH

Rue d'Argent 6, CH – 2502 Bienne

[nihs@fhs.swiss](mailto:nihs@fhs.swiss) – [www.fhs.swiss/fre/normalisation.html](http://www.fhs.swiss/fre/normalisation.html)

Décembre 2021

43

Bulletin SSC n° 92

L'assemblage de composants mécaniques par filetage a une place prépondérante dans tous les secteurs de l'industrie. Ces filetages peuvent être de différentes formes selon qu'ils soient destinés à l'aéronautique, au médical, à la pneumatique ou à l'horlogerie. Chacun son patronyme, on peut les appeler S, M, UN, BSP... Bien qu'ils diffèrent entre eux en termes de dénomination, application ou forme, les filetages ont tous un point commun : ils sont basés sur des normes. Avec ses filetages miniatures, l'industrie horlogère n'échappe pas à la règle, et on peut dire qu'il y a eu du mouvement ces dernières années.

## Historique des normes NIHS

Les normes de filetage S NIHS ne datent pas d'hier. En effet, l'édition des versions les plus « modernes » et les plus utilisées dans l'industrie horlogère remontent tout de même aux années 1960. Ainsi, ces normes étaient les suivantes :

- NIHS 06-02 – Filetages S de S 0,30 à S 1,40 (publiée en 1963 et révisée en 2001),
- NIHS 06-03 – Filetages M de M 1,00 à M 5,00 (publiée en 1963 et révisée en 2009),
- NIHS 06-05 – Filetages S – Pas P de 0,080 à 0,300 (publiée en 1963 et révisée en 2004),
- NIHS 06-06 – Filetages M – Pas P de 0,250 à 0,800 (publiée en 1968 et révisée en 2004).

Malgré leurs révisions respectives, ces normes n'ont pas su suivre les nouveaux moyens de production de composants filetés amenés par les commandes numériques tout comme l'apparition des techniques de revêtement de surface ou encore les nouveaux matériaux.

À noter que d'autres normes de filetages miniatures existent ailleurs qu'en Suisse, notamment en Allemagne (normes DIN 14), au Japon (normes JIS), aux USA (norme ASME B1.10M)... La norme ISO 1501 a tenté de les réu-

nir en 1970 sous un seul et même document. Cette norme reconduite en 2009 est toujours active de nos jours.

## Les groupes de travail

Au début des années 2000, la situation est jugée chaotique. Les normes en vigueur donnent trop de liberté d'interprétation, les flux de pièces sont freinés et de nombreux cas de litiges apparaissent entre les différents acteurs (manufactures, sous-traitants, fabricants d'outils et de jauges).

À la demande de plusieurs de ses membres, la Fédération de l'Industrie Horlogère Suisse FH décide de travailler sur une nouvelle version de ses normes horlogères de filetages de diamètres nominaux compris entre 0,30 et 1,40 mm.

C'est ainsi qu'en 2011, un premier groupe de travail est constitué, comprenant des experts techniques des plus grandes maisons horlogères suisses ainsi que des principaux fournisseurs en outils de coupe et de contrôle associés aux filetages. Après deux années de travail et n'étant pas parvenu à trouver un consensus entre les participants, ce groupe de travail fut mis en veille avant d'être dissout.

Un nouveau groupe fut constitué en 2014. C'était le début d'un chantier énorme de création de nouveaux documents normatifs. Des cahiers des charges furent définis dès le départ des travaux afin de travailler sur différents axes :

- La définition même du filetage S NIHS avec son profil nominal et ses tolérances,
- La définition des jauges pour la validation dimensionnelle des filetages,
- La fiabilisation du procédé de mesure des filetages S NIHS.

Ainsi, en sept années de travail, le groupe a pu produire quatre normes sur les filetages miniatures :

- NIHS 06-10 – Filetages miniatures S NIHS – Profil de base et tolérances,
- NIHS 06-11 – Filetages miniatures S NIHS – Étalons,
- NIHS 06-12 – Filetages miniatures S NIHS – Jauges,
- NIHS 06-13 – Filetages miniatures S NIHS – Piges.

*généraux – Tolérances* ». De plus, les normes NIHS 06-03 et NIHS 06-06 n'étaient que de simples extraits de ces normes ISO occultant ainsi certains points techniques. Le conseil fut donc, dès 2018, de se référer à ces normes ISO pour l'utilisation de filetages « M » dans une application horlogère.

La nouvelle norme NIHS 06-10 annule et remplace aussi les normes NIHS 06-02 (Profil de base) et NIHS 06-05 (Tolérances) qui traitaient des filetages miniatures S NIHS entre les diamètres nominaux de 0,30 à 1,40mm. Chacune de ces normes se présentait sous la forme d'une simple page recto. Format très pratique pour autant qu'on interprète les documents de la bonne manière et qu'ils soient utilisés en duo, ce qui n'était pas forcément le cas en utilisation réelle.

Du point de vue éditorial, la nouvelle norme NIHS 06-10 a été pensée comme une refonte complète des anciens documents. De deux pages séparées, l'on est passé à un document d'une vingtaine de pages structurées sur un modèle ISO. La norme NIHS 06-10 va dans le détail de chaque élément, que ce soit la définition géométrique et mathématique du profil de base du filetage S NIHS, les classes de tolérances applicables ainsi que leurs intervalles respectifs, et enfin, les désignations des filetages intérieurs et extérieurs. Le but étant de ne plus laisser libre cours à quelque interprétation que ce soit et ceci quel que soit le lecteur (constructeurs, services qualité, fournisseurs d'outils de coupe ou de jauges, laboratoires de mesure...). Le but de cette norme était également d'être complètement neutre vis-à-vis des moyens de production utilisés pour respecter les tolérances.

La norme NIHS 06-10 a été construite sur la base de la norme ISO 1501 « *Filetages miniatures ISO* ». Cette dernière trouve place dans d'autres industries que l'horlogerie qui utilisent également des micro-assemblages. On peut citer par exemple les secteurs de la lunetterie, de la mécanique ou encore de l'électronique. Certaines combinaisons de diamètre nominal et de pas présents dans cette norme ISO 1501 et déjà utilisés en applications spécifiques en horlogerie ont donc été intégrés à la norme NIHS 06-10. Ainsi, de nouvelles combinaisons sont apparues, comme S0,45x0,10, S0,55x0,125, S1,10x0,25 et S1,30x0,30 (voir tableau 1).

Les anciennes normes NIHS 06-02 et NIHS 06-05 n'étaient pas explicites au niveau des classes de tolérances des filetages. On pouvait ainsi lire sur les plans de fabrication « S1,00 » valable aussi bien pour la vis que pour l'écrou. La nouvelle norme NIHS 06-10 détaille plus précisément les classes de tolérance et sépare le cas des vis de celui des écrous. Ainsi, par exemple, un filetage intérieur devra être codifié par « S1,00 3G5H » et un filetage extérieur par « S1,00 5h3h4h ». Cette nouvelle codification suit des règles précises qui sont détaillées ci-après. L'ordre d'apparition des différents éléments de chaque classe de tolérance devant être scrupuleusement respecté.

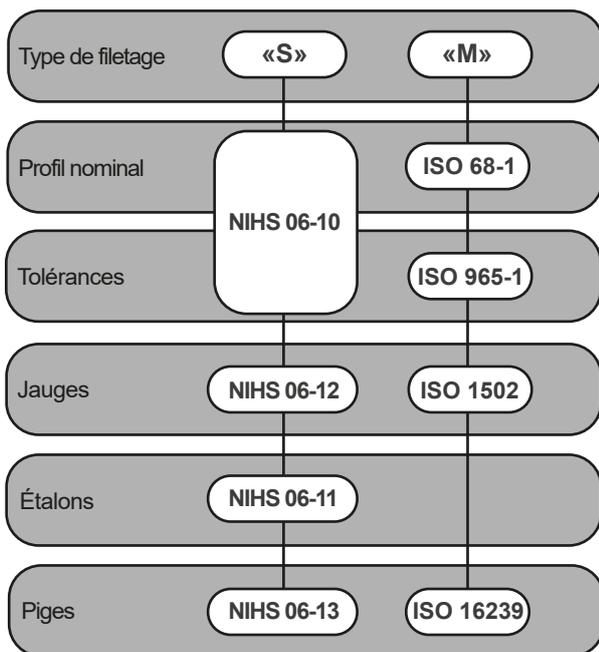


Fig. 1 : Hiérarchisation des normes de filetage selon leur sujet. Analogie avec les filetages « M ».

**NIHS 06-10 – Filetages miniatures S NIHS – Profil de base et tolérances**

Par sa publication en juin 2018, le premier impact fut l'annulation des normes NIHS 06-03 (Profil de base) et NIHS 06-06 (Tolérances). En effet, celles-ci traitaient des filetages ISO métriques « M » à partir du diamètre nominal de 1,60mm. Ces filetages sont déjà traités par les normes ISO 68 « *Filetages ISO pour usages généraux – Profil de base* » et ISO 965 « *Filetages métriques ISO pour usages*

Ø nominal	Pas	NIHS 06-02 & 06-05	NIHS 06-10
0,30	0,080	✓	✓
0,35	0,090	✓	✓
0,40	0,100	✓	✓
0,45	0,100	✗	✓
0,50	0,125	✓	✓
0,55	0,125	✗	✓
0,60	0,150	✓	✓
0,70	0,175	✓	✓
0,80	0,200	✓	✓
0,90	0,225	✓	✓
1,00	0,250	✓	✓
1,10	0,250	✗	✓
1,20	0,250	✓	✓
1,30	0,300	✗	✓
1,40	0,300	✓	✓

Tableau 1 : Combinaisons de diamètres nominaux et de pas (dimensions en mm) – Comparatif entre anciennes et nouvelle norme.

- Pour un filetage intérieur «S1,00x0,20 3G5H LH» :
  - «1,00» correspond au diamètre nominal du filetage,
  - «0,20» correspond au pas du filetage dans le cas de pas fin et est omis dans le cas de filetage de taille conventionnelle,
  - «3G» correspond à la classe de tolérance du diamètre sur flancs,
  - «5H» correspond à la classe de tolérance du diamètre intérieur (noyau),
  - «LH» (Left Hand) n'apparaît que dans le cas des filetages à gauche et est omis dans le cas des filetages à droite.
- Pour un filetage extérieur «S1,00x0,20 5h3h4h LH» :
  - «1,00» correspond au diamètre nominal du filetage ;
  - «0,20» correspond au pas du filetage dans le cas de pas fin et est omis dans le cas de filetage de taille conventionnelle ;
  - «5h» correspond à la classe de tolérance du diamètre sur flancs ;
  - «3h» correspond à la classe de tolérance du diamètre extérieur ;
  - «4h» correspond à la classe de tolérance du diamètre de noyau ;
  - «LH» (Left Hand) n'apparaît que dans le cas des filetages à gauche et est omis dans le cas des filetages à droite.

La conséquence directe de l'apparition de ces classes de tolérances est l'abandon total des appellations «écrou laiton» et «écrou acier» présents dans les anciennes normes NIHS 06-02 et NIHS 06-05. L'utilisation de nouveaux maté-

riaux a rendu complètement caduques ces appellations. En effet, comment classer le titane ou le platine pour ne citer qu'eux? Le cas de ces éléments purs et n'ayant aucun lien avec les alliages cuivreux ou ferreux est le plus parlant. Le choix de la classe de tolérance du noyau de filetage intérieur pourra être ainsi pensé à la conception en termes de propriété mécanique du filetage (tolérance plus fine pour un meilleur portage) ou encore en termes de tolérance de fabrication liée à une difficulté d'usinage (tolérance plus large pour faciliter l'usinage du composant).

L'autre conséquence est l'abandon des préconisations de diamètres de perçage associés à ces appellations «écrou laiton» et «écrou acier». Trop souvent dans la pratique des ateliers, ces préconisations de perçage présentes dans la norme NIHS 06-02 étaient prises pour des valeurs presque absolues et faisaient fi de la tolérance totale permise par la norme NIHS 06-05. Il en résultait des tolérances de fabrication artificiellement et inutilement réduites.

Une autre nouveauté de la norme NIHS 06-10 est l'introduction de nouvelles tolérances applicables à certaines dimensions des filetages intérieurs ou extérieurs. Pour être précis, mieux vaut parler d'officialisation que d'introduction. La rédaction de la norme NIHS 06-10 a été l'occasion de mettre sur le papier les pratiques courantes exercées et validées depuis des années entre la conception et la fabrication.

Ainsi, la tolérance 4H a été ajoutée au diamètre sur flancs des filetages intérieurs. À noter que cette tolérance existe aussi dans la norme ISO 1501. Cette tolérance n'est ni plus ni moins que l'officialisation des tampons filetés GO «NT» en circulation dans les différents ateliers à cette époque. Cet article traitera plus loin du devenir de ce terme «NT».

Là où la norme NIHS 06-10 va plus loin que la norme ISO 1501, c'est dans l'introduction de la position de tolérance «g» pour les filetages extérieurs (vis). Cette position vise à anticiper les «gonflements» de matière suite à des traitements, soit thermiques, soit de surface. Ainsi, après traitement, les vis restent assemblables car toujours inférieures en taille par rapport à un écrou qui serait potentiellement à son maximum de matière.

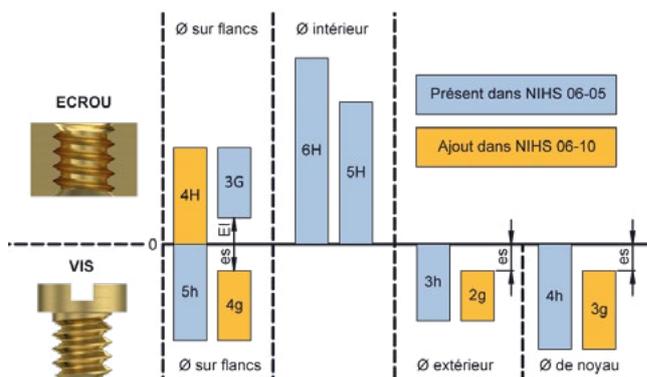


Fig. 2 : Tolérances dans la norme NIHS 06-10.

Bien conscients que nombre de plans de fabrication en circulation ne mentionne aucune des classes de tolérances de la norme NIHS 06-10, ses membres rédacteurs ont prévu une assistance au choix des classes de tolérances aussi bien pour les filetages intérieurs qu'extérieurs. Ainsi, si aucune mention n'est faite de la classe de tolérances sur un plan de fabrication, les règles suivantes s'appliquent :

- Pour un écrou, la classe de tolérance par défaut est «3G5H», soit exactement la tolérance la plus fine anciennement présente dans la NIHS 06-05 (anciennement «écrou laiton»),
- Pour une vis, la classe de tolérance par défaut est «5h3h4h», soit exactement la seule classe de tolérance anciennement présente dans la NIHS 06-05.

Les autres possibilités de classes de tolérances ainsi que leurs utilisations potentielles sont détaillées dans les tableaux 2 et 3.

	3G5H	3G6H	4H5H	4H6H
Par défaut	✓			
Avant traitement	✓	✓		
Pièces finies, avec ou sans traitement	✓	✓	✓	✓

Tableau 2: Préconisations d'utilisation des classes de tolérances pour les filetages intérieurs (Source: NIHS 06-10).

	5h3h4h	4g2g3g
Par défaut	✓	
Avant traitement		✓
Pièces finies, avec ou sans traitement	✓	✓

Tableau 3: Préconisations d'utilisation des classes de tolérances pour les filetages extérieurs (Source: NIHS 06-10).

### NIHS 06-12 – Filetages miniatures S NIHS – Jauges

Si la mesure directe n'est pas possible sur un composant, il faut bien des jauges pour contrôler toutes les tolérances décrites et énoncées dans la norme NIHS 06-10. Dans le cas des filetages «M», la norme ISO 1502 «*Filetages métriques ISO pour usages généraux – Calibres à limites et vérification*» définit les différents types de jauges nécessaires au contrôle d'un filetage intérieur ou extérieur, leurs dimensions nominales et tolérances ainsi que leurs modes d'emploi et d'interprétation des phases de d'inspection. Une norme unique permettant ainsi que l'utilisateur ne distingue aucune différence qualitative entre un fabricant de moyens de contrôle et un autre car chacun de ces mêmes fabricants suit la même norme et parle le même langage. Rien de tel n'existait officiellement à ce jour pour les filetages

miniatures S NIHS. Les jauges étaient donc définies de manière totalement indépendante entre les différents acteurs (manufactures, fabricants et utilisateurs). Même si les solutions trouvées ici et là pouvaient se recouper, la variété de possibilités était bien présente (voir figure 3).

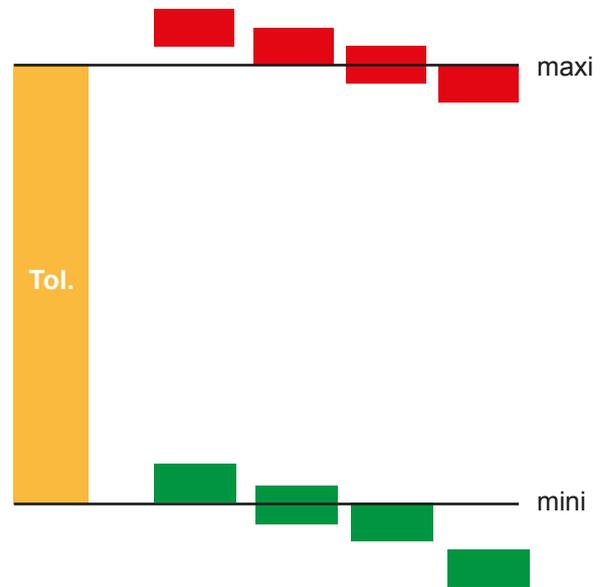


Fig. 3: Variété de possibilités de placement de jauges GO et NO GO autour des dimensions limites d'une même tolérance.

Fort de ce constat, un des principaux acteurs horlogers suisse a su faire avancer les choses avec les critères de tolérances «NT» et «RT». Ces critères étant par la suite utilisés par l'ensemble de ses filiales et sous-traitants, la plupart des fournisseurs suisses de jauges a su s'adapter et suivre le mouvement en adoptant également ces mêmes critères. Une norme commençait à naître, mais elle était basée sur un document interne d'une seule entité horlogère. Cet embryon de norme, en plus de la norme ISO 1502 ont été la base de travail pour l'écriture de la norme NIHS 06-12, un document unique devant créer un consensus quelle que soit la manufacture et leurs différents partenaires.

Pour les filetages intérieurs, la norme NIHS 06-12 définit les différents types de jauges suivants :

- Un tampon fileté GO qui contrôle le diamètre sur flancs et le diamètre extérieur à leurs limites au maximum de matière,
- Un tampon fileté NO GO qui contrôle le diamètre sur flancs à sa limite au minimum de matière,
- Un tampon lisse GO qui contrôle le diamètre intérieur (noyau) à sa limite au maximum de matière,
- Un tampon lisse NO GO qui contrôle le diamètre intérieur (noyau) à sa limite au minimum de matière.

Il est important de noter qu'un tampon fileté ne peut en aucun cas valider la taille d'un diamètre de noyau. Le contrôle de ce dernier doit se faire de manière séparée (voir figure 4).

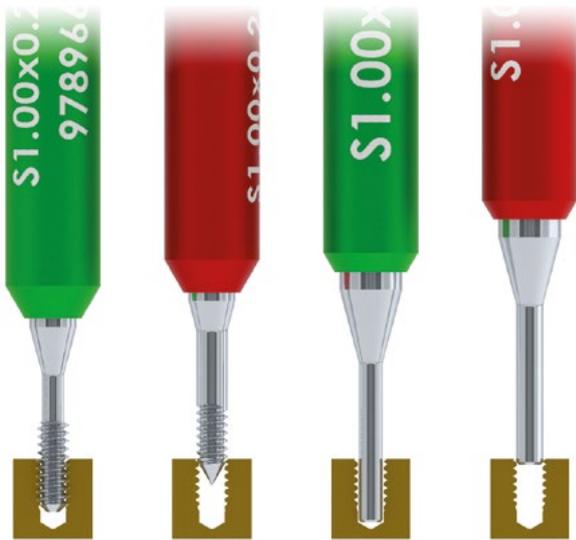


Fig. 4 : Les différents types de jauges pour les filetages intérieurs.

La norme NIHS 06-12 a également prévu des dispositions géométriques pour que le diamètre de noyau du filetage intérieur ne rentre pas en interférence avec le contrôle GO ou NO GO des tampons filetés. Ceci passe par l'imposition d'un rayon de fond de filet maximum ou d'une piqûre de dégagement (voir figure 5). Outre les tolérances dimensionnelles imposées par cette norme NIHS 06-12, ce sont aussi ces impositions géométriques qui révéleront les qualités d'un fabricant de jauges.

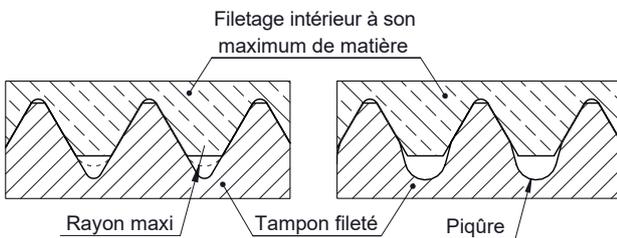


Fig. 5 : Dégagement de fond de filet des tampons filetés. À gauche, dégagement par rayon. À droite, dégagement par piqûre.

Pour la conception des tampons lisses pour le contrôle du noyau du filetage intérieur, les rédacteurs de la norme NIHS 06-12 se sont basés sur une autre norme, en l'occurrence l'ISO 1938 «*Spécification géométrique des produits (GPS) – Équipement de mesure dimensionnel – Partie 1 : Calibres lisses à limite de taille linéaire*». Cette norme régit entre autres les dimensions nominales et les tolérances des tampons lisses pour le contrôle d'alésages. Elle introduit aussi la notion de limite d'usure sur le tampon lisse GO. En effet, celui-ci voit son diamètre nominal décalé par rapport au maximum de matière du noyau de filetage intérieur créant ainsi une anticipation d'usure. Ce tampon lisse ayant pour vocation d'être souvent introduit dans différents composants, l'usure peut être plus moins prononcée selon la fréquence d'utilisation ou encore la matière du composant à

contrôler. La limite d'usure de tampon lisse GO sera bien évidemment la valeur nominale du diamètre de noyau du composant taraudé. Aucune limite d'usure n'est donnée sur le tampon lisse NO GO. En effet, celui-ci n'a pas vocation à rentrer dans le composant contrôlé.

Pour les filetages extérieurs, la norme NIHS 06-12 définit les différents types de jauges suivants :

- Une bague filetée GO qui contrôle le diamètre sur flancs de la vis à sa limite au maximum de matière ainsi que l'empiètement maximum du rayon de fond sur les flancs de filet,
- Une bague filetée NO GO qui contrôle le diamètre sur flancs de la vis à sa limite au minimum de matière,
- Le contrôle du diamètre extérieur doit être effectué par d'autres moyens de contrôle, à savoir des micromètres, des systèmes de vision ou toute autre méthode permettant d'assurer une mesure fiable et maîtrisée dans le champ de tolérances imposé par la norme NIHS 06-10.

Tout comme pour les tampons filetés, la norme 06-12 impose aux bagues filetées NO GO une piqûre de dégagement à leur fond de filet (voir figure 6). Ceci afin d'éviter que le diamètre extérieur de la vis n'interfère avec le contrôle du diamètre sur flancs.

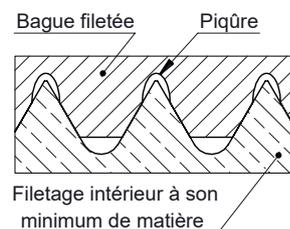


Fig. 6 : Dégagement de fond de filet des bagues filetées par piqûre.

En plus des bagues filetées, la norme NIHS 06-12 définit une série de quatre tampons rapporteurs pour le contrôle mécanique de ces mêmes bagues :

- Tampon rapporteur GO pour bague filetée GO,
- Tampon rapporteur NO GO pour bague filetée GO,
- Tampon rapporteur GO pour bague filetée NO GO,
- Tampon rapporteur NO GO pour bague filetée NO GO.

Ces tampons rapporteurs ne sont ni plus ni moins que des tampons filetés mais ne peuvent être utilisés que sur des bagues filetées. Les tampons rapporteurs NO GO peuvent également être utilisés comme témoins d'usure sur les bagues GO et NO GO. Chose importante si un service qualité souhaite réformer ou non l'une ou l'autre de ses bagues.

La norme NIHS 06-12 définit également le système de désignation des différentes jauges. Celles-ci reprendront presque en totalité la désignation du filetage à contrôler. Par

exemple, pour le contrôle du diamètre sur flancs en tolérance 3G d'un filetage intérieur S1,00 à pas fin de 0,20mm à gauche (S1,00x0,20 3G LH), les tampons filetés GO et NO GO auront les désignations suivantes :

- S1,00x0,20 3G LH GO,
- S1,00x0,20 3G LH NO GO.

Ce système de désignation est évidemment applicable aux autres types de jauges (tampons lisses, bagues filetées ou tampons rapporteurs). Il remplacera à terme les critères «NT» et «RT» qui étaient sur le marché. Chaque fournisseur de jauge aura toutes les compétences requises pour expliquer les équivalences avec la norme NIHS 06-12.

La méthodologie d'utilisation des jauges pour filetages est un sujet important. Chaque société a pu mettre en œuvre ses propres protocoles d'inspection par jauge. Mais il peut arriver qu'il y ait des différences entre donneurs d'ordre et sous-traitants s'il ne se sont pas mis d'accord au moment de la commande. Ainsi, pour chaque type de jauge, la norme NIHS 06-12 donne des recommandations d'utilisation en fonction du nombre de filets que l'on soit dans le cas de figure de filetage court (inférieur à 3 filets) ou plus long (supérieur ou égal à 3 filets). Bien entendu, c'est une base de départ qui peut être négociée entre acheteurs et fournisseurs.

Autre cadre que la norme NIHS 06-12 traite, les cas de litiges. Cela arrive régulièrement pour des pièces qui seraient très proches des valeurs limites des tolérances énoncées dans la norme NIHS 06-10. Des composants jugés comme bons chez le fabricant se retrouvent défectueux chez le client. Il faut garder à l'esprit que les jauges ont également leurs propres tolérances et c'est justement le sujet de cette norme NIHS 06-12. À ceci, il faut ajouter la multiplicité des fournisseurs de jauges et des moyens de fabrication des composants qui peuvent faire apparaître des différences de pas. Donc pour des composants aux limites des tolérances, les litiges sont inévitables. En revanche, la norme NIHS 06-12 entend bien conseiller à leur résolution. Ainsi, la norme recommande d'accepter le composant s'il est trouvé satisfaisant par une jauge qui serait conforme aux spécifications de la norme NIHS 06-12. Le recours à un laboratoire de métrologie accrédité pourra aider à confirmer ou infirmer le respect dimensionnel de telle ou telle jauge.

Cette norme NIHS 06-12 n'a pas pour vocation d'imposer la forme générale que doivent avoir les différentes jauges au niveau des corps de préhension. Les rédacteurs de la norme ont pris en compte le fait que chaque fabricant de jauges avait fait ses propres choix en la matière et qu'il serait contraignant pour eux de convertir leurs produits stockés à une solution autre, l'important étant essentiellement la qualité du jaugeage. En ce sens, la seule imposition faite est sur la longueur mesurante des différentes jauges qui selon le cas doit couvrir un minimum de 80 à 100 % de la longueur en prise du filetage dans la pièce.

Des suggestions sont néanmoins faites sur la forme de pointe que peuvent adopter les tampons filetés (voir figure 7). Ainsi, une pointe à l'extrémité d'un tampon pourra aider un opérateur à l'inspection de composants soit très petits, soit peu accessibles dans une machine. Une pointe tronquée pourra faciliter l'inspection de filetages borgnes très proches du fond de perçage (fonds plats).

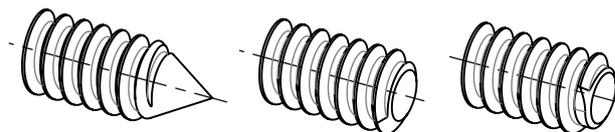


Fig. 7: Types de pointes pour tampons filetés.

### NIHS 06-11 – Filetages miniatures S NIHS – Étalons

La norme NIHS 06-11 est venue du besoin de fiabilisation de la mesure directe de composants avec filetage extérieur, typiquement les vis. Pour des filetages de taille conventionnelle (supérieure à S1,40), il existe plusieurs moyens à disposition comme la mesure sur piges avec micromètre ou banc de mesure, la mesure sur touches en V ou encore les profilomètres. Bien que cela soit de l'ordre du possible, mettre en œuvre ces moyens de mesures tactiles sur des vis de S0,30 n'est pas une mince affaire, principalement à cause du ratio entre la taille du composant mesuré et celle de l'équipement de mesure. Ceux-ci sont en effet démesurés en comparaison des vis.

Les procédés de mesure optique sont une réponse à cette problématique. Ils ont été largement démocratisés ces dernières années, bien aidés par l'amélioration des capteurs et de leurs capacités de grossissement. Mais le fait est que s'ils ne sont pas correctement mis en œuvre, une mesure directe sur le filetage ne pourra jamais être juste, aussi qualitative que soit l'image affichée. Ceci est dû à la mise en position de l'axe du composant à la perpendiculaire du point d'observation, la caméra. Une mesure optique ne sera pertinente que si le point d'observation est placé dans l'angle d'hélice du filetage.

Toutes les normes présentées ci-avant représentent les profils de filetage dans leur plan médian, soit en deux dimensions. Mais une vis a une forme à caractère tridimensionnel. Sans correction du point d'observation, le déroulé du filet le long de la vis crée une zone de distorsion de profil. Le profil projeté n'est donc pas le profil réel (voir figure 8). De plus, ce défaut est accentué par les difficultés de mise en focus des arêtes. Concrètement, un côté du filetage est systématiquement flou (figure 9), ajoutant encore des incertitudes à la mesure.

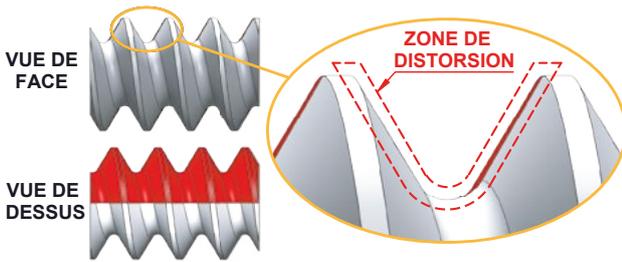


Fig. 8: Zone de distorsion.

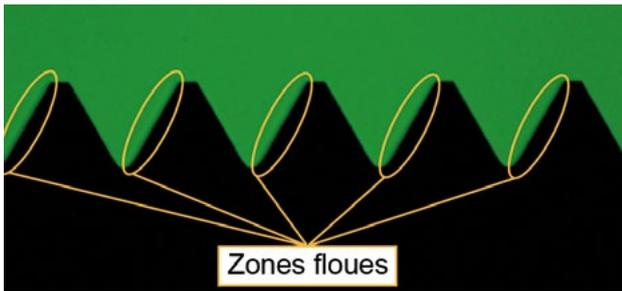


Fig. 9: Profil de filetage extérieur projeté avec un appareil de vision.

Cette distorsion de profil a des conséquences directes sur les mesures effectuées (voir figure 10). Le diamètre sur flancs sera plus grand qu'il ne l'est en réalité, les angles de flancs seront faussés et le rayon de fond de filet semblera plus petit qu'il ne l'est vraiment. Pour revenir au diamètre sur flancs, la distorsion de profil génère une erreur de 16 à 35% de la tolérance de diamètre sur flancs édictée dans la norme NIHS 06-10, soit jusqu'à un tiers de la tolérance à contrôler, c'est loin d'être négligeable.

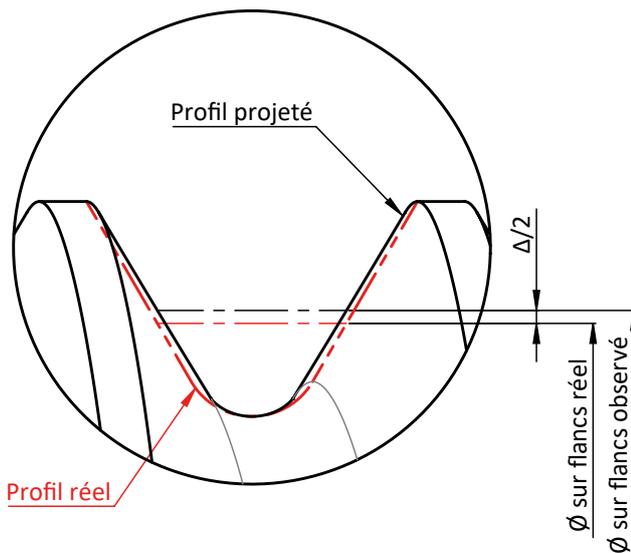


Fig. 10: Profil projeté et profil réel.

De cet état de fait, une gamme complète d'étalons de filetage S NIHS a été conçue avec cette norme NIHS 06-11. Ces étalons ont pour but de caractériser les performances

métrologiques des différents moyens et méthodes de mesure. De plus, ils ont été pensés pour être utilisés indépendamment du type de mesure (optique ou tactile). La gamme couvre toute la plage de filetages S NIHS, soit de S0,30 à S1,40. En effet, les effets de distorsion dépendent de la combinaison entre le diamètre nominal et le pas. La distorsion générée sur un filetage S1,00x0,25 ne sera pas identique sur un S1,20x0,25 même si ces deux tailles de filetage partagent le même pas. Le choix de la taille d'un étalon devra logiquement se faire au plus proche de la taille du filetage à contrôler.

La norme NIHS 06-11 définit ces étalons en termes de dimensions (diamètre sur flancs, diamètre extérieur, pas, angles de flancs), géométrie (tolérance de forme), état de surface, matière et méthodologie d'utilisation.

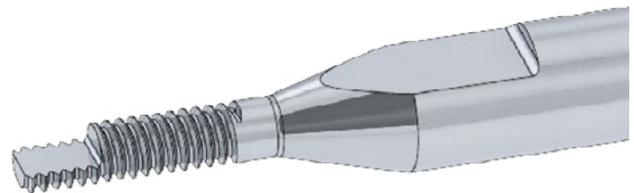


Fig. 11: Étalon de filetage S NIHS.

Les étalons de filetages S NIHS sont constitués d'une partie filetée qui doit être la plus constante possible. L'extrémité de l'étalon est tronquée à la hauteur de son plan médian. Cette troncature forme une zone de mesure dans laquelle le filetage peut être mesuré sans distorsion de profil. La partie non tronquée du filetage permet une mesure en conditions réelles. Un plat de positionnement parallèle à la troncature permet une mise en position facilitée des étalons les plus petits.

Bien entendu, la norme NIHS 06-11 fournit un plan détaillé de ces étalons avec toutes les tolérances nécessaires à respecter pour que ces pièces puissent être considérées à juste titre comme des éléments de référence. La rugosité du profil n'est pas non plus oubliée car elle peut influencer sur les résultats de mesure. Enfin, la matière même de l'étalon est imposée, en l'occurrence le carbure de tungstène ou toute autre matière aux propriétés mécaniques et optiques similaires. Cette imposition vise à éviter les phénomènes de déformation des étalons lors du contact dans le cas de mesure tactile mais aussi, pour le fabricant, à le diriger vers un moyen de production de type rectification, le seul à même, dans l'état de l'art actuel, de pouvoir respecter les états de surface et tolérances imposés.

Chaque étalon doit être accompagné à sa livraison d'un certificat d'étalonnage. Les laboratoires ayant la charge de l'établissement de ces documents devront, pour les mesures imposées, prouver le raccordement de leurs résultats aux étalons nationaux et être accrédités par le Service d'accréditation suisse SAS. Des zones de mesure ont été

identifiées pour que celles-ci soient effectuées à des localisations bien précises (voir figure 12). Selon les zones de mesure, des caractéristiques sont imposées pour l'étalonnage, soit le diamètre sur flancs, les demi-angles de flancs et le pas.

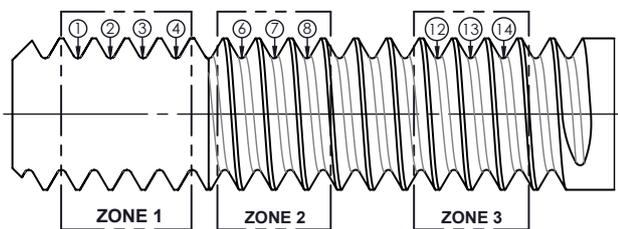


Fig. 12: Zones de mesure des étalons S NIHS.

À charge ensuite à l'utilisateur de réaliser les mêmes mesures avec sa méthode et ses moyens de mesures propres. Après comparaison, l'utilisateur pourra déterminer plusieurs points :

- Si sa méthode de mesure est adaptée,
- Si son moyen de mesure est adapté,
- Si les deux points précédents sont validés, un offset de mesure pourra être déterminé. Cet offset sera la différence constatée entre les cotes étalonnées et les cotes mesurées.

**NIHS 06-13 – Filetages miniatures S NIHS – Piges**

La mesure sur piges est aujourd'hui la méthode de mesure tactile la plus fiable, répétable et reconnue internationalement pour la détermination du diamètre sur flancs de composants avec un filetage extérieur. En effet, on trouve son application aussi bien pour les vis, les tampons filetés ou encore, dans certains cas, les outils de coupe comme les tarauds. La mesure sur piges doit idéalement être conjointement utilisée avec le guide de mesure EURAMET/cg-10/v.01:2007 – "Determination of Pitch Diameter of Parallel Thread Gauges by Mechanical Probing". Ce document permet d'une part de convertir le diamètre sur piges en diamètre sur flancs mais aussi, et surtout, de pouvoir évaluer l'incertitude liée à cette méthode de mesure sur piges. Pour diminuer au maximum cette incertitude, les piges utilisées doivent répondre à des exigences bien précises.

La norme ISO 16239 «Piges métriques pour mesurage des filetages» pourrait répondre en partie aux besoins des filetages horlogers. Même si elle a le mérite de traiter plusieurs types de filetages (M, UN, Gaz, TR), elle ne couvre malheureusement pas l'ensemble de la plage de pas présente dans la norme NIHS 06-10. C'est sur cette base de la norme ISO 16239 que la norme NIHS 06-13 a été créée et permet donc de couvrir toute la plage de pas de filetage



Fig. 13: Tampon fileté mesuré entre piges.

de la norme NIHS 06-10, soit de 0,08 à 0,30. La normalisation de ces piges et de leurs tolérances vise à optimiser les mesures de diamètre sur flancs, de mieux les maîtriser et à terme de fiabiliser les assemblages vissés.

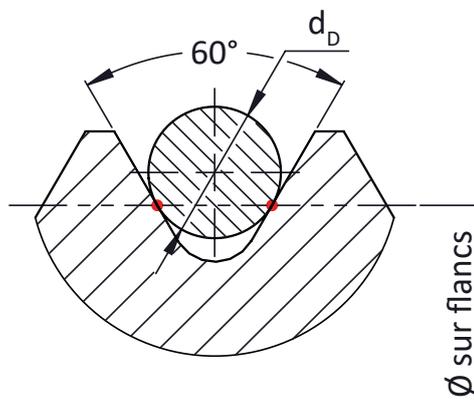


Fig. 14: Pige idéalement en contact avec le diamètre sur flancs.

La méthode de mesure sur piges considère l'angle total de flancs à sa valeur nominale, soit 60°, il est donc important que le contact des piges se fasse au plus proche du diamètre sur flancs du filetage (voir figure 14). Plus le diamètre des piges diffère du diamètre optimal, plus les déviations d'angle des flancs vont fausser le résultat du calcul du diamètre sur flancs. La symétrie du filetage à 60° fait que ce diamètre optimal peut aisément être calculé par trigonométrie et être résumé selon la formule suivante :

$$d_D = \frac{\sqrt{3}}{3} \times Pas$$

Fig. 15: Formule de calcul du diamètre optimal des piges pour un filetage symétrique à 60°.

Il est évident que le diamètre optimal de ces piges n'est pas atteignable à l'Angström près. La norme NIHS 06-13 prévoit donc des tolérances à considérer sur ce diamètre

optimal. Les tolérances édictées sont à respecter selon plusieurs paramètres :

- Les écarts limite des diamètres réels pour chaque pige aux diamètres nominaux spécifiés,
- La différence maximale tolérée des diamètres réels entre les trois piges du même jeu,
- La différence maximale tolérée des diamètres réels le long de l'axe d'une pige,
- La différence maximale tolérée des diamètres réels de la pige.

Ces paramètres sont importants à prendre en compte pour diminuer l'incertitude de la méthode de mesure sur piges. Ils visent à prendre en considération aussi bien la valeur de diamètre des piges que leurs défauts de circularité ou de cylindricité. La norme NIHS 06-13 précise également la méthode de mesure à utiliser pour le contrôle du respect de ces paramètres de tolérance. S'ils ne sont pas respectés, on pourrait alors se trouver dans de mauvaises conditions de mesure (voir figure 16).

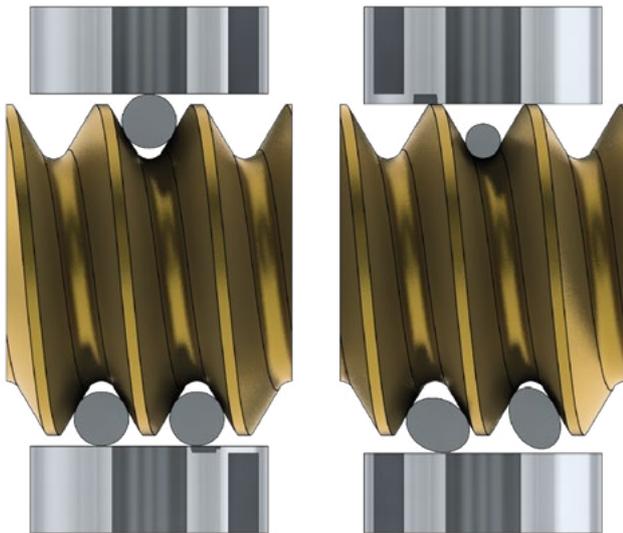


Fig. 16 : À gauche, cas idéal de mesure sur piges. À droite, cas extrême de défaut de tolérances des piges.

La figure précédente met en image le comparatif suivant :

- À gauche, le cas parfait de piges parfaitement égales et à leur diamètre optimal
- À droite, une pige cylindrique exagérément trop petite qui laisserait la touche de mesure être en appui sur le diamètre extérieur de la vis et deux piges exagérément ovalisées dont une n'est même pas en contact avec la deuxième touche de mesure.

L'exagération des défauts permet ici de bien comprendre que les piges utilisées doivent être aussi régulières que possible et ceci aussi bien à titre individuel que collectivement

dans un même jeu de trois piges. Si les écarts constatés dépassent les préconisations de la norme NIHS 06-13, alors il s'agira d'en tenir compte dans le calcul de l'incertitude de mesure. Cette incertitude peut être évaluée avec le guide de mesure EURAMET/cg-10/v.01:2007.

### Pour résumer

La publication de ces quatre normes NIHS concernant les filetages miniatures S NIHS a été un travail de longue haleine. La première publication ayant été faite en juin 2018, la dernière à la fin de 2021. Plus de trois ans les séparent, mais il aura fallu presque autant de temps pour en faire les premières esquisses. Elles représentent le fruit d'un énorme travail d'échanges techniques, de rédaction, de relecture, de corrections et de mises à jour. Tous les secteurs techniques de l'industrie horlogère suisse concernés ont été pris en compte : constructeurs, opérateurs, fournisseurs d'outils de coupe ou de contrôle, services qualités, laboratoires de métrologie. Il est sûr que ce faisceau de normes aidera encore, pour de longues années, à la bonne définition des filetages miniatures S NIHS, à leur validation dimensionnelle, à la fiabilisation des assemblages vissés et, de manière générale, à une meilleure qualité de ceux-ci. ■

### Références

- [1] NIHS 06-02 – Filetages S de S0.30 à S1.40
- [2] NIHS 06-03 – Filetages M de M1.00 à M5.00
- [3] NIHS 06-05 – Filetages S – Pas P de 0.080 à 0.300
- [4] NIHS 06-06 – Filetages M – Pas P de 0.250 à 0.800
- [5] NIHS 06-10 – Filetages miniatures S NIHS – Profil de base et tolérances
- [6] NIHS 06-11 – Filetages miniatures S NIHS – Étalons
- [7] NIHS 06-12 – Filetages miniatures S NIHS – Jauges
- [8] NIHS 06-13 – Filetages miniatures S NIHS – Piges
- [9] ISO 1501 – Filetages miniatures ISO
- [10] DIN 14 – Metrisches ISO-Gewinde – Gewinde unter 1 mm Nenndurchmesser
- [11] ASME B1.10M – Unified Miniature Screw Threads
- [12] ISO 68-1 – Filetages ISO pour usages généraux – Profil de base
- [13] ISO 965-1 – Filetages métriques ISO pour usages généraux – Tolérances
- [14] ISO 1502 – Filetages métriques ISO pour usages généraux – Calibres à limites et vérification
- [15] ISO 1938 – Spécification géométrique des produits (GPS) – Équipement de mesure dimensionnel – Partie 1 : Calibres lisses à limite de taille linéaire (ISO 1938-1:2015)
- [16] ISO 16239 – Piges métriques pour mesurage des filetages
- [17] EURAMET/cg-10/v.01:2007 – Determination of Pitch Diameter of Parallel Thread Gauges by Mechanical Probing

# Machines spéciales



**Solutions d'usinage**

INNOVATIVE SOLUTIONS

**centagora**



**Automation  
Retrofit**



**Bancs de tests et de fatigue  
mécanique**



**Appareils de mesure**

**Mesure de force  
Mesure de couple**

**Votre imagination ... Notre innovation**

- Centagora Sàrl - Rue de l'Hôpital 33, CH-2114 Fleurier -  
- [www.centagora.com](http://www.centagora.com) - [info@centagora.com](mailto:info@centagora.com) - T +41 32 857 27 77 -