

Les normes ISO de tolérancement GPS, une fracture dans le processus d'apprentissage.

Frédéric CHARPENTIER. *Formateur à l'ESCPI ingénieur 2000 CNAM et à l'ENSAM de Paris - Expert français AFNOR - ISO à l'international au comité technique 213 (GPS - ISO) l'UNM 08, UNM 09 et ISO TC213 / WG14 (principes verticaux) / WG2). Chef de projet UNM des normes : XP-E-04-009 et NF E 04-013 - Membre du GRT (groupe de recherche français sur le tolérancement).*

Jean - Marc PRENEL. *Père technique cotation ISO-GPS pour l'ingénierie mécanique Renault - Expert français AFNOR - ISO à l'international au comité technique 213 (GPS - ISO) l'UNM 08 et ISO TC213 / WG14 (principes verticaux).*

Résumé

Cet article traite des impacts du concept GPS, trait d'union entre les concepts et le réel, au niveau des normes ISO de tolérancement dans leurs continuités et dans leurs structurations. Les évolutions normatives apportent des simplifications et une cohérence dans l'encodage et le décodage des spécifications géométriques. Pourtant, il n'est pas rare d'évoquer une fracture dans l'approche de cet enseignement. Les auteurs souhaitent apporter des réponses à des questions posées, tant au niveau de l'enseignement que de l'industrie.

1 Introduction.

Les évolutions des normes ISO de tolérancement en normes ISO de tolérancement GPS entraînent une fracture dans le processus d'apprentissage passant de l'interprétation à la signification. Les normes ISO de tolérancement GPS de base nécessaires aux concepteurs s'appuient sur des normes globales, normes conceptuelles, oubliées dans l'enseignement et pourtant fondamentales dans les apprentissages.

Les journées européennes du tolérancement JET09 sont l'occasion de faire le point sur l'état de l'art des normes ISO de tolérancement GPS et sur les pratiques pédagogiques concernant ces enseignements.

L'article s'appuie principalement sur l'une des conférences « points sur la normalisation, quels enseignements ? »^[1] présentée à la journée JET 09 éducation et des questions issues de l'atelier « normalisation »^[2] animé par mesdames Marguerite DE LUZE et Catherine LUBINEAU de l'union de normalisation de la mécanique et du caoutchouc, lors de la journée JET 09 industrie.

2 Etat de l'art des normes ISO de tolérancement.

2.1 Nécessité d'un langage normalisé.

Avant de traiter de l'état de l'art des normes ISO de tolérancement, il est nécessaire de s'interroger sur la nécessité de l'utilisation des ces normes.

A-t-on besoin de ces normes pour caractériser le produit, le système ou plus simplement la pièce ?

Les remarques font ressortir que les normes de tolérancement sont souvent difficiles et rigides dans leur utilisation, voire absconses ou inutiles. La réponse semble inévitablement être : non. Une proposition est d'écrire la caractéristique directement dans la langue du pays (fig.1).



Figure 1 : Une même caractéristique exprimée dans la langue du pays.

Ainsi l'expression de la caractéristique est plus simple. Mais il reste un problème épineux, l'apprentissage des différentes langues, tant au niveau de l'orthographe que des définitions associées.

A la lecture de certains mots, la variation de son orthographe révèle soit la faute de frappe, soit le néologisme (fig.2).



Figure 2 : Orthographe et définition, faute ou néologisme.

Les exemples de la figure 2 font apparaître une orthographe différente pour la caractéristique de perpendicularité, la « perpendicularité ». Une perpendicularité avec un « p » de plus pourrait être une perpendicularité « plus », au sens de l'exigence du maximum de matière. Au delà de la difficulté de l'apprentissage des langues, le constat est sans appel. L'emploi des normes ISO de tolérancement est une réponse à l'exigence de communiquer de façon univoque à l'international (fig.3).

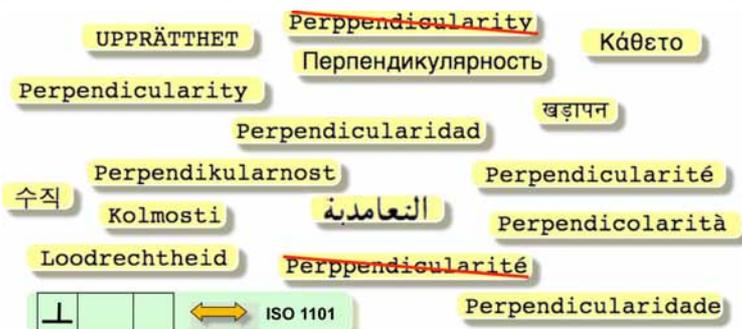


Figure 3 : Les normes ISO, un langage simple.

2.2 Les normes : textes de référence officiels.

2.2.1 Textes législatifs ou réglementaires.

Il est important de rappeler que les normes ne sont pas des textes législatifs^[3] ou réglementaires mais bien des documents de référence officiels auxquels chacun peut adhérer ou non. Lorsqu'un texte législatif n'est pas respecté, la sanction est délivrée par le tribunal pénal.

Pour une norme, qu'en est-il exactement ?

Lorsqu'un contrat est élaboré entre le client et le fournisseur, le client doit fournir l'ensemble des documents nécessaires. Parmi les documents figurant dans l'annexe du contrat se trouvent le cahier des charges mais aussi toutes les normes homologuées ou non, nécessaires à la réalisation du produit. Lorsqu'un des documents du contrat, les normes homologuées ou non, par exemple, n'est pas respecté, la sanction est délivrée par le tribunal de commerce.

Une norme est homologuée suivant des processus identifiés dans les différentes instances : AFNOR, CEN ou ISO. Une norme non homologuée est identifiable suivant deux grandes classes : pré-norme ou norme interne à l'entreprise. Le processus de validation des normes internes aux entreprises étant idoine, il n'est pas traité dans la suite de cet article.

2.2.2 Pré-norme.

Une pré-norme est soit une norme expérimentale lorsqu'elle est soumise au processus d'homologation de l'AFNOR, soit un projet de norme lorsqu'elle est soumise au processus d'homologation de l'organisation des systèmes internationaux, l'ISO.

2.2.2.1 Pré-norme AFNOR.

Une norme expérimentale (XP) nécessite une période d'expérimentation ou de mise à l'épreuve maximal de cinq années. Au terme de cette période, elle est examinée pour être homologuée, remise à l'étude ou supprimée. La société RENAULT s.a.s. utilise actuellement une pré-norme française, la norme XP E 04-009^[4] sur la hiérarchisation des caractéristiques produit - processus.

Les travaux de révision de cette norme sont importants. Lors de son homologation, des corrections majeures sont à prévoir dans les documents de formations déjà réalisés.

2.2.2.2 Pré-norme ISO.

Une norme en projet (pr) suit un processus totalement différent de celui de la norme expérimentale. Ce processus se scinde en 6 étapes.

- 1^e Proposition [NP] : étude nouvelle (New work item Proposal).
- 2^e Préparation [WD] : projet de travail (Working Draft).
- 3^e Comité [CD] : projet de comité (Comité Draft).
- 4^e Enquête [DIS] : projet de norme internationale (Draft International Standard).
- 5^e Approbation [FDIS] : projet final de norme (Final Draft International Standard).
- 6^e Publication [IS] : norme internationale (International Standard).

A partir de l'étape 4, la pré-norme est mise en enquête dans chaque pays participant. Au même titre qu'une norme expérimentale, ce projet de norme peut être remis à l'étude, ou supprimé avant de passer à l'étape 5, l'étape FDIS.

2.2.2.3 En synthèse.

Au delà de ce constat, les normes évoluent en fonction des besoins identifiés en amont ou à partir des retours d'expérience issus des pratiques industrielles. Il est important d'associer avec le numéro de la norme, la date : NF EN ISO 1101 : 2006^[5], par exemple.

Dès lors, le numéro et la date d'une norme homologuée, d'une pré-norme ou d'une norme interne doivent figurées dans le contrat entre le client et le fournisseur ou sur le dessin de définition du produit au moment de son invocation.

2.3 Un peu d'histoire ou une fracture annoncée.

2.3.1 Un constat important.

Dans les années 90, un premier constat révèle que les normes ISO relatives aux tolérancement et à la métrologie comportent des lacunes et des contradictions.

Les raisons proviennent, en partie, des trois différentes instances en charges de ses questions :

- l'ISO/TC 3 « ajustement – métrologie » pour l'Allemagne,
- l'ISO/TC 10/SC5 « cotation et tolérancement » pour les états unis d'Amérique,
- l'ISO/TC 57 « états de surface » pour la Russie,

mais pas seulement. En effet, les normes sont développées au coup par coup sans une vision globale (fig. 4).



Figure 4 : Exemple de contradiction D. KOPLEWICZ, UNM 10 février 98.

Le comité technique 213 est créé afin de mettre en œuvre un trait d'union entre les concepts et le réel au travers d'un schéma directeur, qui s'exprime sous la forme d'une matrice, la matrice GPS. Cette norme fondamentale, FD CR ISO/TR 14638^[7], est le début d'une fracture annoncée entre les normes ISO de tolérancement et les normes ISO de spécification géométrique du produit. (GPS).

Ce schéma directeur permet de créer une chaîne ininterrompue de la « caractéristique spécifiée » à la « caractéristique vérifiée ». Il traite de l'ensemble des « caractéristiques » tant macro géométrique que micro géométrique (fig. 5).

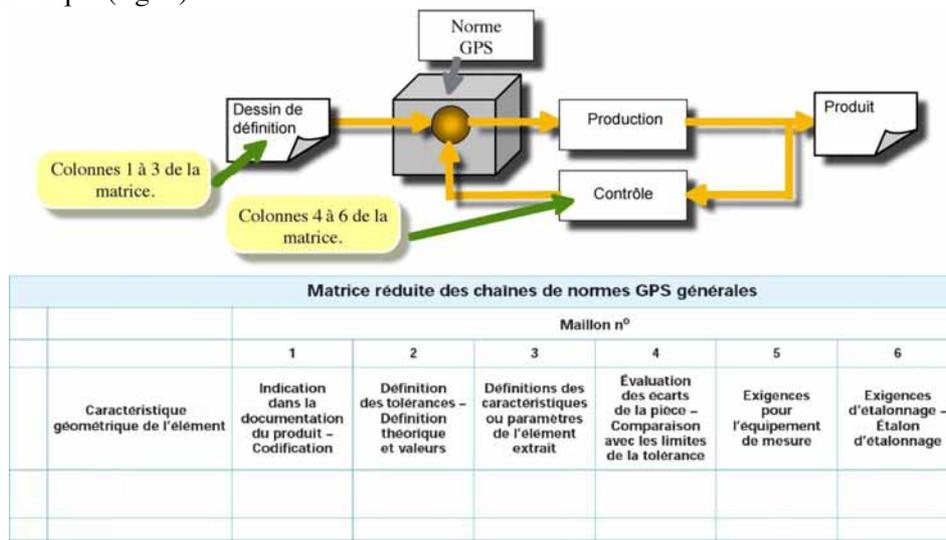


Figure 5 : La caractéristique, de la spécification à la vérification.

L'objet de cette matrice est double (fig.5).

Dans un premier temps, cette matrice est un outil pour les normalisateurs. Pour une caractéristique identifiée, elle permet de vérifier l'existence, ou non, d'une ou plusieurs normes traitant de chaque maillon constituant la chaîne ininterrompue, de la spécification à la vérification.

Dans un second temps, elle sert aux utilisateurs désireux de suivre la caractéristique, maillon par maillon.

Lors de la création de cette matrice, les normalisateurs ont constaté le manque de normes dans certaines cellules, maillons de la chaîne de la caractéristique, voire les redondances, ou les contradictions entre celles déjà existant. Ces constats faits, il fallait développer les normes manquantes et modifier les contradictions des normes existantes

2.3.2 Les normes ISO de tolérancement.

Une notion de temps.

Remontons un temps avant cette norme fondamentale, le schéma directeur, la matrice GPS (FD CR ISO/TR 14638^[7]). Dans la suite de cet article, les *normes ISO de tolérancement* désignent les normes avant les normes ISO - GPS, les *normes ISO de tolérancement GPS*. Au delà de cette volonté de scinder l'évolution des normes (liées au produit) dans le temps, cette remarque révèle un fracture entre les normes ISO de tolérancement d'une part, et les normes ISO de métrologie d'autre part, par rapport à une vision unifiée des normes de tolérancement et de métrologie dans une approche globale, trait d'union entre les concepts et le réel, les normes ISO – GPS.

Les neuf normes de base du concepteur produit.

Les *normes ISO de tolérancement* utilisées par le concepteur produit sont principalement au nombre de neuf (fig.6).

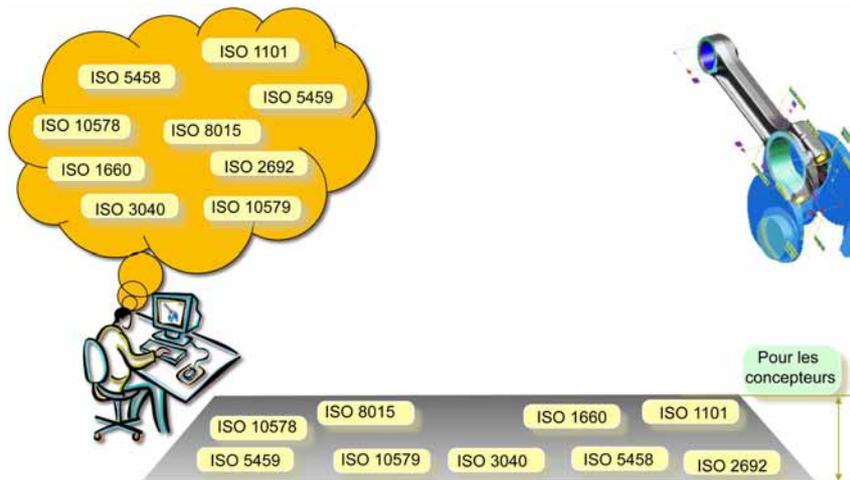


Figure 6 : Les neuf normes de bases du concepteur produit.

Parmi ces normes, certaines sont contradictoires, ou possèdent des lacunes. Le cas le plus évident est la contradiction entre la norme ISO 1101 : 1983 et la norme NF EN ISO 5458 : 1999 sur l'utilisation du symbole « x » (fig.7).

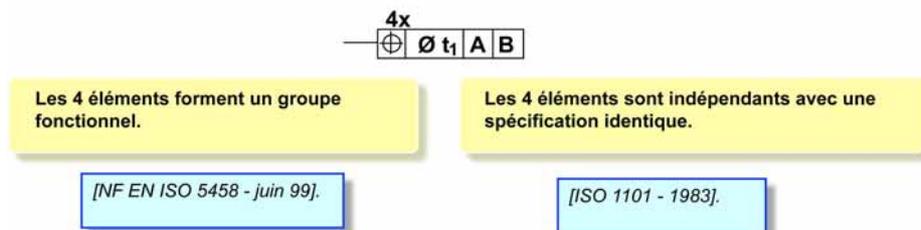


Figure 7 : Contradiction entre les normes, cas du symbole « x ».

Les derniers travaux concernant la norme ISO 1101 en NF EN ISO 1101 : 2006^[5] n'apportent aucune réponse quant à cette contradiction. Dans le chapitre, «4.1.2 Cas d'une spécification par zone» des éléments permettent de répondre sur ce point.

Quel est l'apport de la norme FD CR ISO/TR 14638^[7] ?

2.3.3 L'apport de la norme FD CR ISO/TR 14638 au niveau de ces neuf normes.

La difficulté de l'enseignement des normes ISO de tolérancement est amplifiée par l'apport d'une norme supplémentaire, qui de plus, est une norme fondamentale, donc non – applicative.

Quel intérêt ?

A priori, aucun, mais essayons de la situer par rapport au neuf normes de base.

La norme FD CR ISO/TR 14638 : 1996^[7] est une norme fondamentale. A ce titre, elle se situe à un niveau conceptuel, au dessus de toutes les autres normes traitant du tolérancement et de la métrologie au travers de la spécification géométrique du produit (fig. 8).

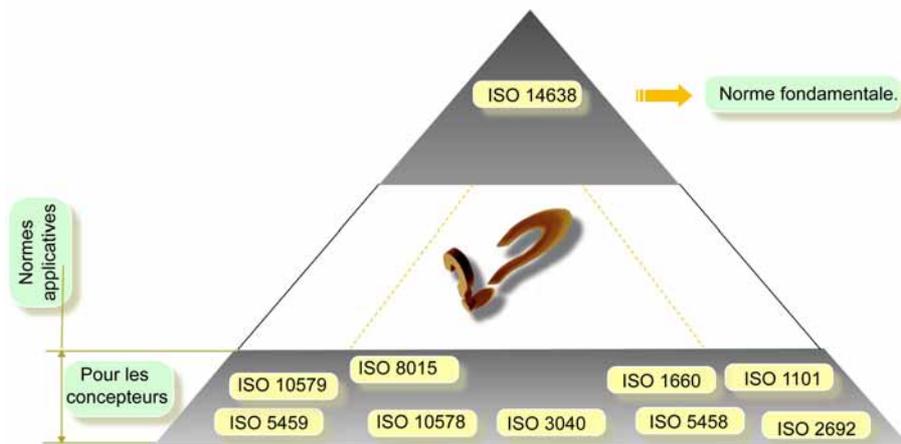


Figure 8 : Hiérarchisation des normes GPS.

Quels sont les liens entre la norme conceptuelle ISO 14638 et les neuf normes de base ?

La norme conceptuelle est un trait d'union entre les concepts et le réel. Elle donne un schéma directeur sur les maillons nécessaires à la chaîne de normes permettant de traiter la caractéristique, de la spécification à la vérification.

Où sont donc les concepts ?

Il manque un étage intermédiaire entre la norme fondamentale et les neuf normes de base. Cet étage permet de mettre en place des normes globales.

2.3.3.1 Les normes globales.

Le but ici n'est pas de faire une liste exhaustive des normes globales, mais bien de donner des éléments de réponses dans l'évolution des structures d'apprentissage.

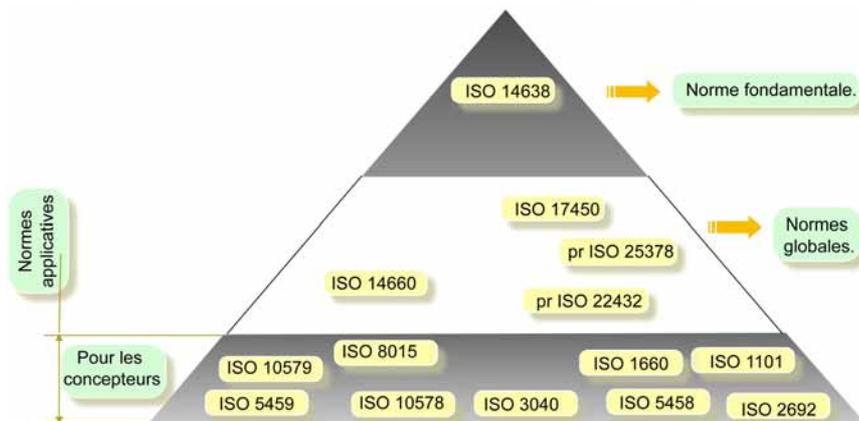


Figure 9 : Normes globales.

Parmi les normes globales, l'ISO 17450 définit les concepts généraux. Cette norme se scinde en deux parties.

La **partie -1** ^[8] propose un modèle pour la spécification et la vérification géométriques, et elle définit les concepts correspondants. Elle fournit également une explication des bases mathématiques de ces concepts.

La **partie -2** ^[9] définit les termes relatifs aux spécifications, opérateurs (et opérations) et incertitudes utilisés dans les normes de spécification géométrique des produits (GPS). Elle présente les principes de base de la philosophie GPS, tout en donnant l'impact de l'incertitude sur ces principes de base, et explique les processus de spécification et de vérification GPS.

Associée à cette norme globale, la norme 14660, **parties 1 et 2** ^[10] permet de définir les termes et les définitions des éléments géométriques : ligne médiane extraite d'un cylindre et d'un cône, surface médiane extraite et taille locale d'un élément extrait par exemple, ainsi que les critères d'association.

Le projet de norme pr NF EN ISO 25378 Août 2007 ^[11] est important pour la caractérisation des conditions fonctionnelles. Il permet, entre autres, de tolérer des assemblages en identifiant les caractéristiques soumises aux conditions. Pour les concepteurs produits, cette norme est une avancée majeure dans la spécification géométrique du produit, en tant que système.

Remarque importante :

La norme ISO 17450 scindée en deux parties est un point important dans la fracture constatée au travers des apprentissages des *normes Iso de tolérancement*. En effet, les neuf normes de base apportent des éléments applicatifs qui permettent de tolérer, mais n’apportent aucun concept. A partir de la publication de cette norme, il s’est produit une rupture épistémologique dans le processus d’apprentissage, passant de l’**interprétation** des *normes ISO de tolérancement* à la **signification**. Les termes : *lecture* et *écriture* disparaissent pour devenir respectivement : *décodage* et *encodage* d’une spécification.

Pour le formateur de formateurs habitué à enseigner les neuf normes de base, cela peut lui sembler un point de détail. Il n’en est rien...

Cette fracture identifiée par certains sans pour autant en avoir compris les causes est essentielle. Elle se caractérise par cette phrase si souvent utilisée par les formateurs inscrit au stage du plan académique de formation sur les normes ISO - GPS : « je sais coter ISO mais pas GPS ».

2.3.3.2 Impacts des normes globales sur les neuf normes de base.

Quels sont les impacts sur les neuf normes de base ?

A priori, l’impact est faible, voire inexistant, conduisant naturellement à considérer les normes globales comme une vue de l’esprit, propre à complexifier une normalisation déjà fort indigeste. En fait, il n’en est rien bien au contraire

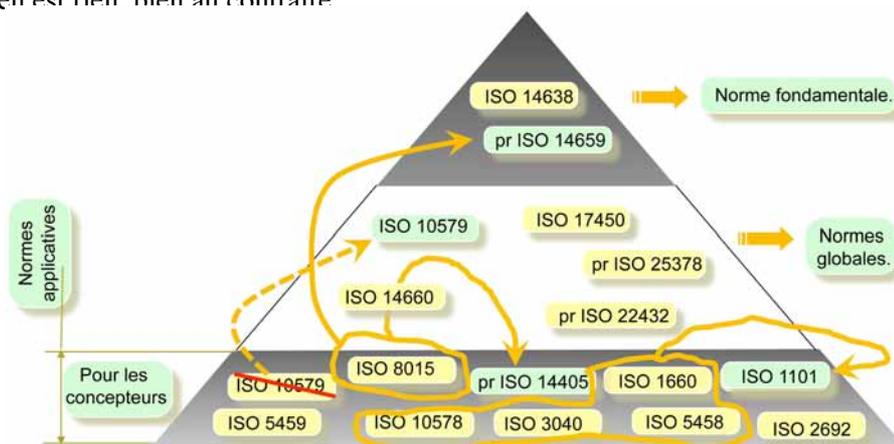


Figure 10 : Impacts des normes globales sur les normes de base.

Les constats sont multiples tant les implications des normes globales modifient les structures des normes de base. Cette remarque est d’autant plus importante que pour le lecteur des normes de base, les titres et les numéros des normes n’ont pas changé laissant croire que l’appellation GPS légitime les pratiques dans une vision ancrée dans l’interprétation.

Le but n’est pas de faire une analyse fine de l’ensemble des normes de base, mais bien de révéler les principales implications.

- Pour la norme ISO 8015^[12], les normes globales permettent de répondre à des incohérences sur les notions de dimension. La dimension linéaire disparaît de cette norme et prend un développement tout autre au travers d’une norme en projet la pr NF EN ISO 14405 ^[13] sur les tailles linéaires (fig.10). Le principe de l’indépendance n’est plus dans la norme applicative, mais remonte au niveau de la norme des normes, le pr NF EN ISO 14659 : 2007 ^[6] (fig.10), c’est-à-dire au dessus des normes globales pour prendre place au niveau des normes fondamentales. Le principe de l’indépendance rejoint les treize autres principes, dont celui sur

l'invocation, point clé au niveau de l'industrie dans le suivi des caractéristiques du produit au cours du temps.

Que reste-t-il au niveau de cette norme de base, la norme NF ISO 8015 : 2006 ?

Rien ou peu de chose. En effet, le projet de norme pr NF EN ISO 2129 : 2008 est aujourd'hui rebaptisé en pr NF EN ISO 14405-2 pour tout ce qui concerne les tailles et les distances hormis les tailles linéaires. A très court terme, la norme NF ISO 8015 est vouée à disparaître avec la norme NF ISO 406 : 1995.

- La norme NF ISO 10578 ^[14] concernant les zones de tolérance des éléments projetés est déjà intégrée dans la norme NF EN ISO 1101 : 2006^[5].
- Lors de la réunion du groupe UNM08, en mars dernier, la question de la révision de la norme NF ISO 5458 :1999 fut traitée. Cette norme soulève des contradictions avec la norme ISO 1101 et des incohérences avec la norme ISO 5459 : 1981. Le projet d'amendement de la norme ISO 1101, c'est-à-dire, ISO 1101 Damd 1 : 2004^[15], apporte tous les termes et les définitions permettant de répondre de façon univoque au besoin fonctionnel de la collection de zones. La norme NF ISO 5458 est amenée à disparaître à très court terme.
- Les deux normes ISO 1660 et ISO 3040 sont dans les projets de norme 1101. Ces deux normes ne sont plus légitimes, elles disparaîtront aussi.
- La norme ISO 5459 est souvent employée dans les formations mais avec les principes issus de la norme française, la NF E 04-554. Or les différences entre les deux normes sont fondamentales, voire diamétralement opposées ^[3]. Le projet de norme pr NF EN ISO 5459 : 2004 ^[16] est une fracture avec la NF E 04-554, mais reste dans la continuité de l'ISO 5459 : 1981. Il est urgent de prendre en compte les concepts de ce projet qui ne sont que les conséquences des normes globales sur l'évolution de cette norme. Il est à craindre une fracture importante lors de la prise de conscience de ces évolutions.

2.3.4 Peut-on encore enseigner les neuf normes de base ?

La réponse est irrévocablement et doublement non.

La première raison est une restructuration des normes en quatre grandes normes de base issues des concepts (fig.11) :

- les spécifications par zone (NF EN ISO 1101 : 2006)^[5] ;
- les spécifications par dimension (pr NF EN ISO 14405 :2004)^[13] ;
- les spécifications par gabarit (NF EN ISO 2692 : 2006)^[17] ;
- les références spécifiées (pr NF EN ISO 5459 : 2004)^[16].

La seconde raison s'appuie sur les termes et les définitions issus des normes globales qui rayonnent sur les normes de base. L'exemple de la norme NF ISO 10579 ^[18] montre que le symbole « Free » pour l'état libre est aujourd'hui à la fois dans la norme ISO 1101 et ISO 14405. Dès lors cette norme n'est plus une norme de base mais une norme globale qui définit les concepts « d'état libre » et « d'état contraint » (fig. 10). Le « principe de la pièce rigide » est l'un des principes définis dans la norme pr NF EN ISO 14659 : 2007.

Mais la fracture constatée dans la formation des *normes ISO de tolérancement* n'est pas qu'à ce niveau.

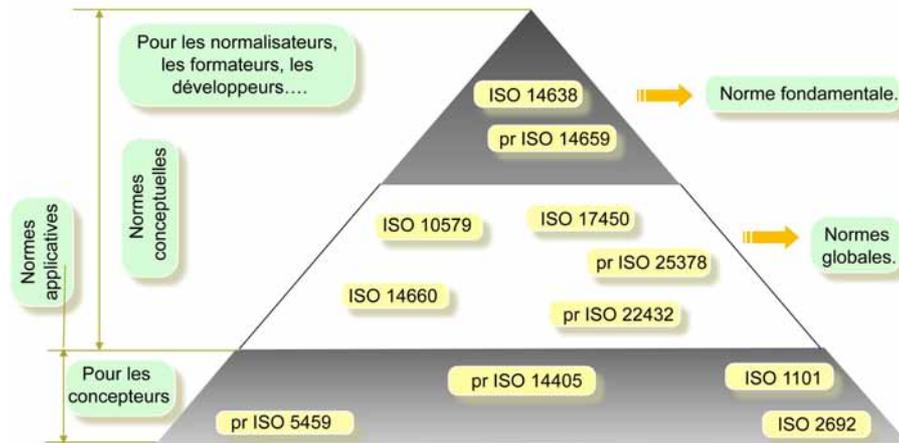


Figure 11 : Synoptique des normes : fondamentales, globales et de base.

2.3.5 Des exemples supplémentaires sur des normes globales ou complémentaires.

La structure hiérarchique des différentes normes étant en place, il est possible de compléter le synoptique précédent (fig 11) en y ajoutant d'autres normes.

Parmi les différentes normes, la norme XP E 04-009^[4], sur la hiérarchisation des caractéristiques produit - processus et la norme sur la symbolisation des prises de pièces, NF E 04-013^[19] de décembre 2008, permettent d'illustrer le propos.

L'objet n'est nullement de développer les deux normes, mais d'illustrer leur apport dans une structure normative existante. Pour plus d'information, il est nécessaire de consulter les normes en question.

La hiérarchisation des caractéristique produit - processus, XP E 04-009 : 2003^[4].

Cette norme aide à identifier, en prévisionnel, les caractéristiques prioritaires sur lesquelles les efforts seront concentrés, en les consignand et en les faisant connaître.

Sur le plan des enjeux, la hiérarchisation des caractéristiques produit - processus est, à la fois :

- un outil économique qui contribue à affecter au mieux les ressources humaines, financières et matérielles de l'entreprise,
- un outil qualité qui contribue à la maîtrise réfléchie de la conformité des caractéristiques du produit, en vue de satisfaire le client.

Cette norme est une norme globale dont les concepts influent sur les normes de base (fig.12a).

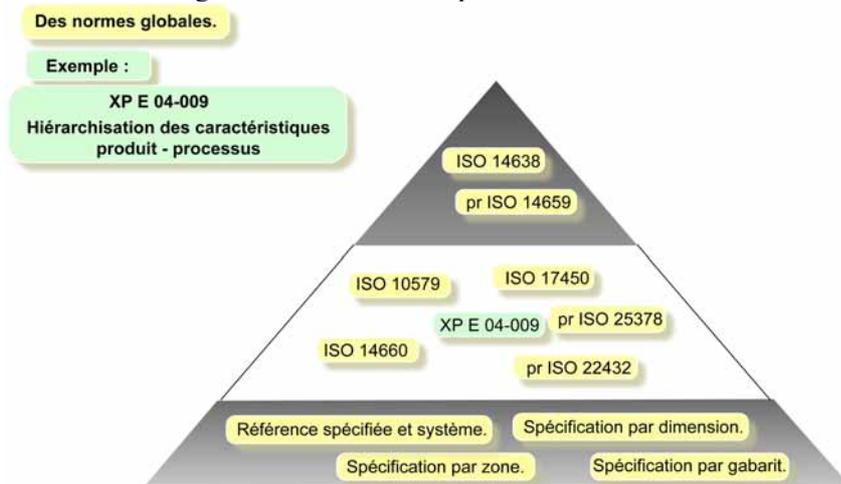


Figure 12 a : cas de la norme globale HCPP.

La classe de gravité est associée à chaque spécification en fonction du risque client (fig.12b).

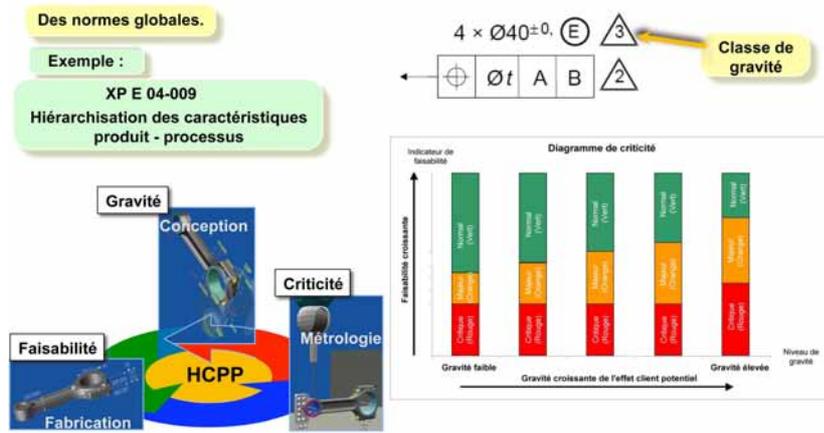


Figure 12 b : traitement de la gravité.

La symbolisation des prises de pièces, NF E 04-013 : 2008 (fig.13).

L'étude de la mise en situation d'une pièce par rapport à un environnement extérieur (technologiquement défini ou non) dans le cadre d'une fabrication ou d'un contrôle prend en compte :

- la notion d'isostatisme d'une pièce,
- la géométrie réelle de la pièce, comme le feraient les spécifications géométriques et les références qui peuvent leur être affectées.

Il est important de souligner que le contrat de la phase, défini dans le présent document, ne fait l'objet d'aucune norme. Ce terme permet d'introduire la notion d'état intermédiaire du produit dans un processus de fabrication, au sens des normes de spécification géométrique des produits (GPS).

Afin d'illustrer le propos, la définition de « contrat de la phase » est donnée : (extrait de la norme).

2.8 contrat de la phase (dans un processus de fabrication) ^[19].

document contractuel qui définit les caractéristiques des surfaces actives de la pièce dans une phase donnée.

NOTE 1 Les caractéristiques sont issues des spécifications GPS de la pièce; elles sont indépendantes du moyen choisi et des opérations retenues pour réaliser les spécifications. Elles sont intrinsèques à la pièce dans la phase considérée

NOTE 2 Un contrat de la phase fait apparaître les spécifications géométriques et les références associées, si nécessaire, pour les surfaces actives dans la phase considérée.

NOTE 3 Des documents (ou fiches) techniques peuvent compléter le dossier associé au contrat de la phase (fiche technique - niveau 1, fiche technique de posage et de maintien - niveau 2, fiches technique d'outillage, fiches technique de réglage des procédés intervenant dans la phase considérée, fiches techniques des contrôles bord de ligne, fiches techniques de suivi de production, etc.).

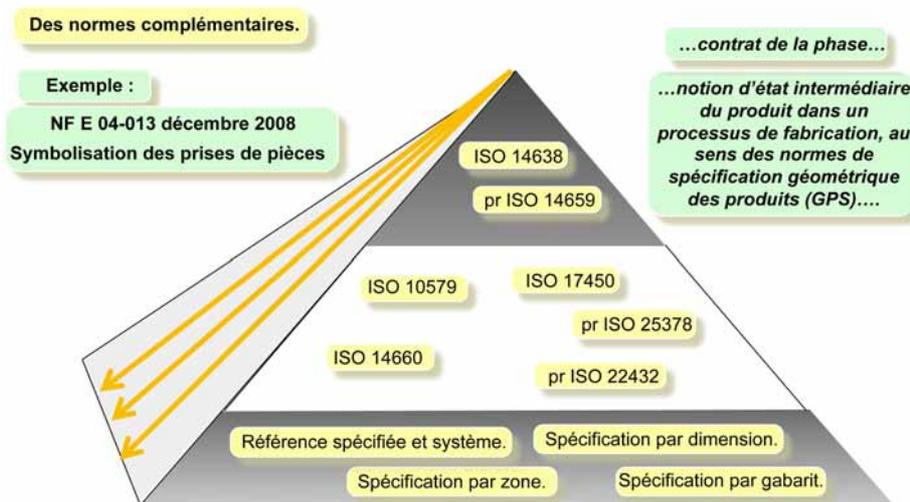


Figure 13 : cas de la norme symbolisation des prises de pièces.

2.4 Que retenir de ce chapitre ?

Les normes sont des vérités quinquennales, c'est-à-dire, que tous les cinq ans, elles sont réexaminées. Elles peuvent être amendées, publiées à nouveau en l'état, voire annulées.

L'évolution des *normes de tolérancement ISO* en *normes ISO - GPS* est une révolution. Les normes évoluent en fonction des besoins identifiés en amont, mais aussi par les retours d'expérience issus de l'industrie. Dès lors, il est nécessaire d'associer aux noms des normes leur date afin de suivre leurs évolutions au regard des caractéristiques spécifiées au plan.

Cette révolution est en marche, et aujourd'hui, la volonté de s'enfermer dans un apprentissage par les neuf normes applicatives conduit vers une fracture importante. Il est nécessaire d'inverser ce processus car le constat de cette fracture se situe à plusieurs niveaux :

- Les normes ne sont plus interprétées mais elles signifient. La signification est alors univoque.
- La notion de spécification permet de scinder les tolérances macro géométrique suivant trois concepts : les spécifications par dimension, par zone et par gabarit. Cette remarque permet de réorganiser les normes de base en quatre normes, les trois précédentes auxquelles vient s'ajouter la norme sur les éléments de référence et les références spécifiées.

Ce premier constat conduit naturellement à s'interroger.

3 Quels enseignements ?

3.1 Notion de spécification (géométrique).

Le terme *spécification* ^[8], au sens géométrique, fait l'objet d'une définition normalisée dans la norme XP CEN ISO/TS 17450-1 : 2008. Cette définition conduit à définir d'autres termes que nous retrouvons ci-dessous (en italique).

Une *spécification* est une *condition* sur une *dimension* qui peut être *linéaire* ou *angulaire*. Cette *dimension* est définie par une *caractéristique* sur des *éléments géométriques*. Or, les *opérations* ^[8] de type : *filtration*, *partition*, *extraction*, *association*, *collection* ou *construction* sur les *éléments géométriques* sont identifiés à partir du *skin model*.

Ce processus est un invariant ; il s'applique aux spécifications par zone (fig.14), par dimension et par gabarit.

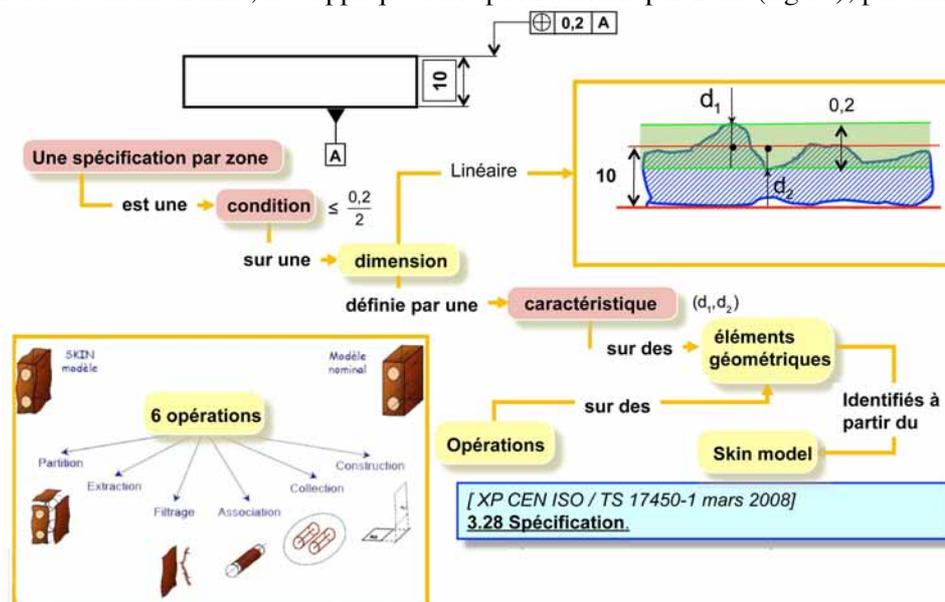


Figure 14 : spécification par zone.

Le lien entre le modèle nominal et le skin model suit le synoptique de la figure 14. Néanmoins, il reste à définir des éléments idéaux et non - idéaux complémentaires pour comprendre le mécanisme qui conduit à exprimer la caractéristique à partir des opérations sur le skin model.

Quels sont ces éléments ?

3.2 Des définitions univoques.

3.2.1 Modèle nominal et skin model.

Parmi les éléments déjà cités, le skin model et le modèle nominal ^[8] ^[10] sont les deux représentations les plus courantes de la pièce.

Le modèle nominal est la vue sans défaut du produit défini par le concepteur.

Le skin model est la peau de la pièce qu'imagine le concepteur (produit ou processus). Il est important de signaler que la peau de la pièce est un élément non - idéal. Cette remarque anodine de prime abord soulève la question des éléments médians ^[10].

3.2.2 « Axe réel » : un oxymore.

L'expression : « axe réel d'une surface réelle » a-t-elle une signification ?

Nonobstant l'expression, cet élément existe-t-il au niveau du skin model ?

Ces deux questions peuvent sembler superflues, voire sans fondement car il est aisé de représenter l'image de l'axe réel sur un croquis à main levée, légitimant de fait l'expression. Mais cette représentation s'arrête à la conception du produit, oubliant au passage un concept important, ce trait d'union entre les modèles et le réel, le concept GPS.

Que devient la légitimité de cet « axe réel de la surface réelle » lorsque le concepteur métrologue à la pièce en main ?

Aucune, la continuité est rompue entre les opérations qui permettent de spécifier (l'opérateur de spécification) et les mêmes opérations qui permettent de vérifier (l'opérateur de vérification), générant une fracture de plus, au niveau du trait d'union évoqué précédemment.

Il est important de remarquer que la notion « d'axe réel », dans l'acception « d'élément médian réel » n'a aucun sens tant d'un point de vue de la norme que d'un point de vue de la sémantique car pour ce dernier, l'association de ces deux mots est un oxymore

3.2.3 Des modèles complémentaires.

Le skin model, l'image de la peau de la pièce, est constitué d'un ensemble infini de point. Prendre un nombre fini de point sur la peau de la pièce conduit à une représentation extraite ^[10] de la pièce. Dès lors, une surface extraite est un élément défini à partir d'un nombre fini de points. A partir de cet élément extrait ^[20], il est possible d'associer des éléments géométriques de même nature, avec une fonction objectif : minimiser la plus grande des distance par exemple et une contrainte : tangent du coté libre de la matière. Attention, ce ne sont pas les seules fonctions et les seules contraintes possibles. A partir de cet élément associé, il est possible de construire des éléments géométriques en position ou en orientation théoriquement exacts, les éléments de situation (fig.15).

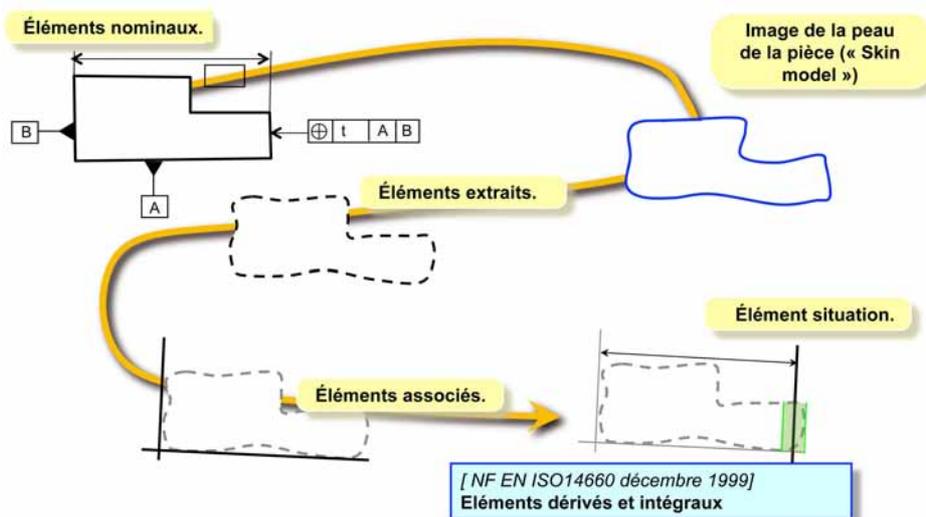


Figure 15 : types d'élément.

La surface de la pièce peut avoir plusieurs états : idéal ou non - idéal, ainsi que dans chaque état des types différents : nominal, extrait, associé ou situé.

Cette surface est définie comme un élément intégral.
 Par exemple, le plan défini par le concepteur produit dans sa CAO est un *élément intégral nominal*.

3.2.4 Des éléments médians.

Mais la question demeure : et pour les éléments médians ?

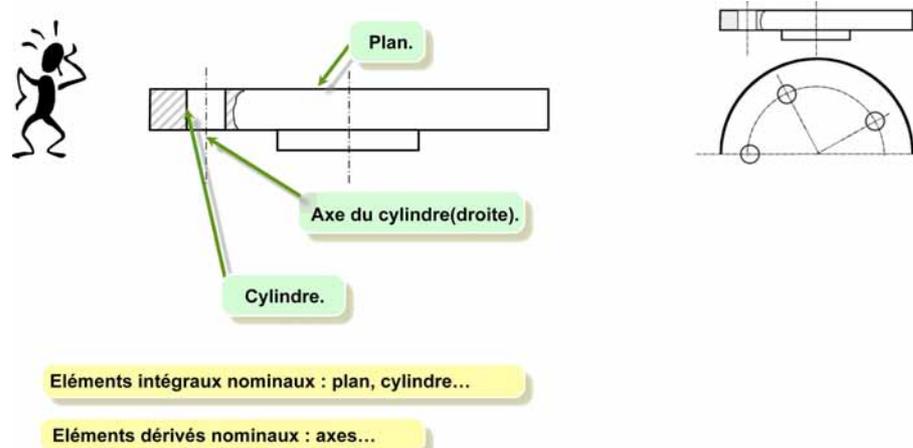


Figure 16 : Éléments intégraux et dérivés.

L'élément dérivé est issu de l'élément intégral dont certaines procédures sont définies dans la norme NF EN ISO 14660 de 1999. Le lecteur habitué aux neuf normes bases (applicatives) peut s'indigner et rester circonspect, voire dubitatif à la lecture des termes : *intégral* et *dérivé* ^[10]. Mais le pédagogue y voit là, un enrichissement nécessaire à la didactique de cet enseignement.

Imaginez un élève de pré - baccalauréat avec une pièce en main, cherchant à « toucher la réalité » de cet axe médian...

Mais comment est défini l'élément médian d'une surface cylindrique ?

Il n'existe aucun élément médian appartenant au skin model ou à la pièce fabriquée. Ce constat fait nous permet de nous intéresser à la construction d'un modèle permettant de simuler l'élément médian non - idéal. Cet élément s'appuie sur l'élément intégral extrait, un nombre fini de point sur l'élément non - idéal. Des procédures existent dans les normes NF EN ISO 14660 : 1999 et NF EN ISO 17450 : 2008 et, permettent de construire le modèle de l'élément médian, l'élément dérivé extrait.

Que peut-on associer à cet élément dérivé extrait ^[10] ?

3.2.5 Des éléments directement ou indirectement associés.

Restons dans le cadre du cylindre et de la surface réputée cylindrique. L'élément dérivé associé est-il unique (pour une même fonction objectif)?

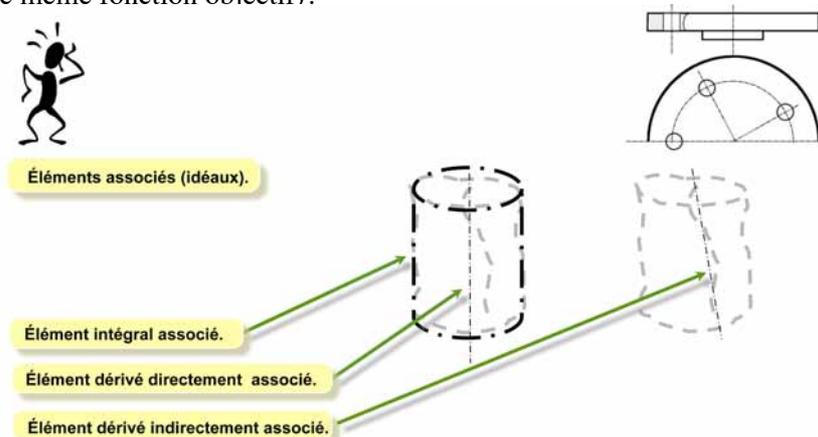


Figure 17 : Éléments dérivés directement ou indirectement associés.

L'élément dérivé directement associé est l'axe du cylindre associé à l'élément intégral extrait ^[10] alors que l'élément dérivé indirectement associé est la droite associée à l'élément dérivé extrait (fig.17). A

la relecture de la dernière phrase, nombre de lecteurs peuvent considérer ce vocabulaire comme étant abscons, voire inutile. Or, il n'en est rien. En effet, l'idée est d'identifier la caractéristique spécifiée pour l'évaluer aux travers des opérations nécessaires, afin d'identifier l'incertitude totale.

3.2.6 Opérateurs et incertitudes.

Lorsque le concepteur dessine sur le coin de son bureau l'idée de la pièce sous la forme d'une pièce possédant des défauts, l'image du skin model par exemple, l'expression qui suit son trait de crayon est la surface réputée « quelque chose », réputée plane, pour un plan par exemple.

Or, comment partitionne-t-il ce skin model en un ensemble d'éléments réputés « quelque chose » ? Quelles sont les opérations implicites ?

Pour répondre à cette interrogation, la norme NF EN ISO 17450 : 2008 fournit les outils pour permettre de filtrer, partitionner, associer, construire, collectionner et extraire ^[8].

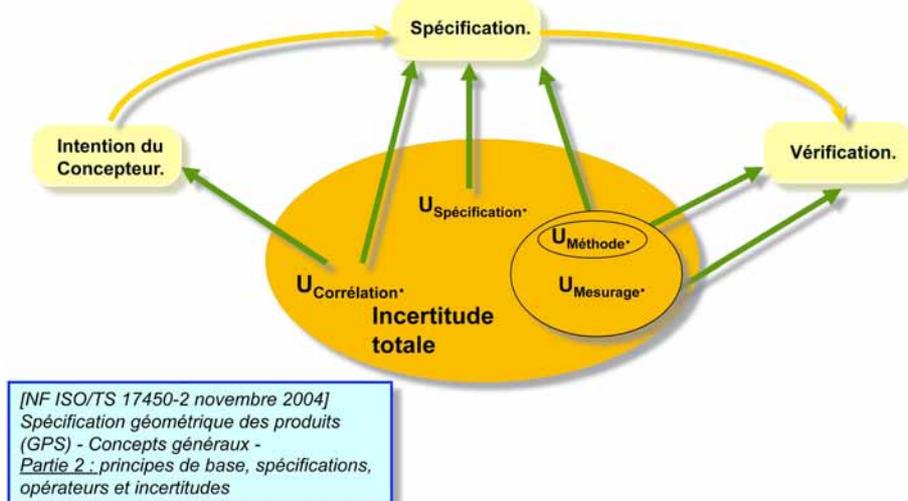


Figure 18 : L'incertitude totale ^[9].

Ces outils sont utilisés pour permettre de spécifier la fonction du composant, dont l'ensemble des opérations conduit à un opérateur de spécification. Lorsque ces mêmes outils servent à vérifier les caractéristiques spécifiées, l'ensemble des opérations conduit à un opérateur de vérification. L'incertitude totale s'exprime à tous les niveaux de ce cheminement.

Entre les deux opérateurs, quelle est l'incertitude ?

Lorsque l'opérateur de vérification est idéalement l'opérateur de spécification, l'incertitude est nulle entre les deux. Mais ce n'est qu'une des incertitudes dans le cheminement qui conduit de l'intention du concepteur, vers la vérification (figure 18).

Que devient l'expression de la conformité ?

3.2.7 Condition de conformité.

La conformité est une dualité entre la conformité théorique issue de la spécification et la conformité pratique issue de la vérification.

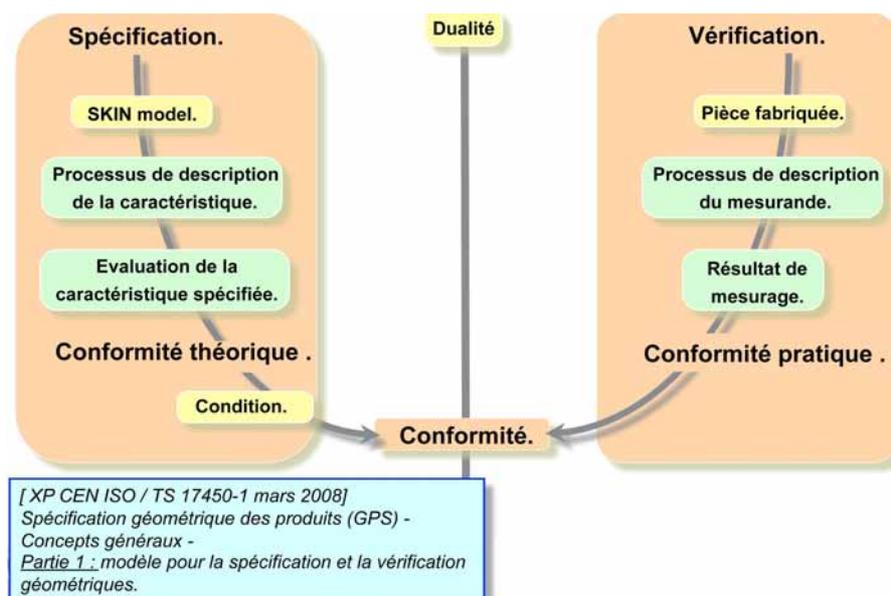


Figure 19 : Condition de conformité.

Pour établir les deux modèles de conformité, il est nécessaire de reprendre la norme XP CEN ISO / TS 17450-1 : 2008. Cette dernière permet d'une part d'établir le processus de description de la caractéristique et de l'évaluer et d'autre part d'établir le processus de description du mesurande ^[21] (figure 19). Dès lors, l'écart toléré entre les conformités théorique et pratique permet de valider la « conformité ».

Mais comment établir l'expression de la conformité théorique ?

Avant d'aller plus loin, il est nécessaire de revenir sur la partie gauche de la figure 19, où les termes *caractéristique* et *condition* sont présents. Le processus, l'opérateur de spécification est issu d'un ensemble d'opérations utilisant des outils normatifs de type : *association, partition, construction,...*

L'outil nécessaire à la compréhension doit s'appuyer sur ces termes, ces *outils normatifs* et ces définitions.

3.3 Quels outils ?

Il existe une multitude d'outils permettant d'aider à la compréhension du décodage des spécifications. L'objet de cet article n'est pas de faire une liste exhaustive mais de s'intéresser dans un premier temps à l'un d'eux, la fiche GPS.

3.3.1 La fiche GPS type 1.

Historiquement, la première fiche GPS fut élaborée par deux experts de l'UNM dont les sujets de recherche et d'enseignement sont la caractérisation géométrique des produits, Messieurs BALLU et MATHIEU. Cette première fiche GPS ^[22] est souvent utilisée dans les enseignements, dans les différents sujets d'examen et de concours. Cet outil est fort utile pour la compréhension de la spécification. Néanmoins, il est important de rappeler que cette fiche ne s'applique qu'aux spécifications par zone et donc, est totalement inadaptée aux spécifications par dimension ou par gabarit. Ce rappel est important mais pas seulement. En effet, lors de l'élaboration de cette fiche, les normes ISO de tolérancement n'étaient pas encore des normes ISO de tolérancement GPS, même si ces deux experts travaillaient sur ces projets ; les idées étaient néanmoins là, ils avaient su les anticiper.

Une remarque importante. Le format de cette fiche permet d'exprimer l'interprétation de la spécification en la décomposant dans les différentes colonnes du tableau en éléments idéaux et non - idéaux, et en identifiant la nature et les contraintes de la zone de tolérance. Quid des termes : caractéristique et condition.

3.3.2 La fiche GPS type 2.

La fracture annoncée entre les normes ISO de tolérancement et les normes ISO de tolérancement GPS est le passage de l'**interprétation** d'une spécification à sa **signification**, en la décodant, voire en l'encodant. Parmi les termes clés de la signification d'une spécification, nous trouvons : *caractéristique* et *condition* (figure 20).

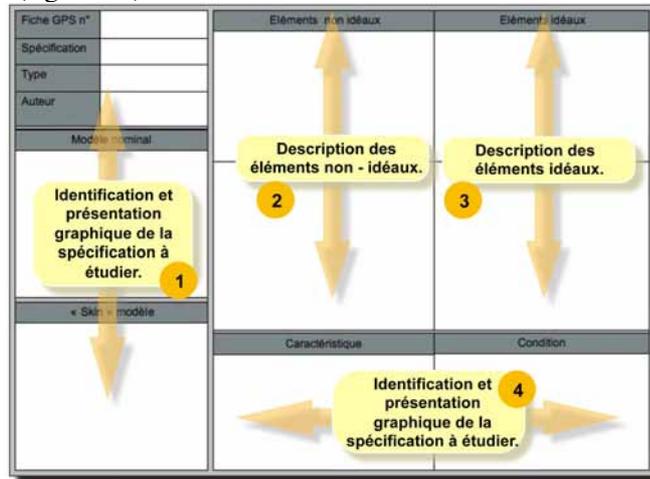


Figure 20 : Fiche GPS type 2^[22].

La fiche GPS type 2 élaborée par Messieurs BALLU et MATHIEU, reprend les termes et le principe de la fiche GPS type 1 en ajoutant deux cellules supplémentaires concernant la *caractéristique* et la *condition*. Au premier abord, cet ajout de deux cellules peut sembler inutile, or il n'en est rien, bien au contraire.

En effet, dans le cadre de la fiche GPS de type I, les différentes cellules permettent de scinder l'interprétation pour associer aux éléments non - idéaux, des éléments idéaux, et la zone de tolérance. L'interprétation est le maître mot de cette fiche.

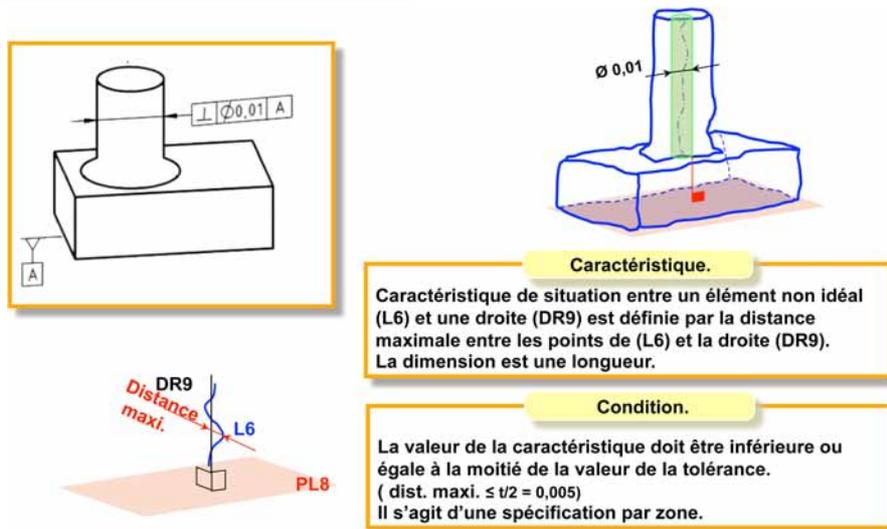


Figure 21 : Caractéristique et condition.

Les normes globales apportent des termes et des définitions qui permettent d'introduire la notion de *caractéristique* sur un élément d'une pièce ou sur un mécanisme ainsi que la notion de *condition* (figure 21). La fiche GPS de type 2 a pour maître mot : la signification dans le cadre du décodage d'une spécification (figure 22).

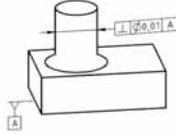
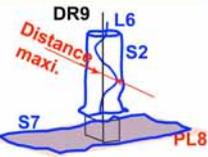
Fiche GPS n°	2.	Éléments non idéaux	Éléments idéaux
Spécification	Par zone	Élément tolérancé : (L6) ligne nominale rectiligne obtenue par un processus (réf. xxx) à partir de (S2)	Élément de situation : (DR9) droite obtenue association. Fonction objectif : minimiser la plus grande des distances (L6, DR9). Contraintes : angle (DR9, PL8) = 90°.
Type	Perpendicularité		
Auteur		Élément de référence : (S7) nominale plane obtenue par partition.	Référence spécifiée simple : (PL8) plan obtenue association à partir (S7). Fonction objectif : minimiser la plus grande des distances des points de (S7) / (PL8). Contraintes : tangent extérieur
Modèle nominal			
			
« Skin » modèle			
		Caractéristique d = distance maxi (L6, DR9).	Condition $d \leq t/2$ Soit $d \leq 0,005$

Figure 22 : signification d'une spécification (processus de décodage)^[22].

Il n'est pas rare que l'emploi de ces fiches soulève des critiques quant aux vocabulaires utilisés. Les qualificatifs de lourd, ou d'abscons sont ceux qui reviennent généralement. Or à la lecture de certaines fiches, les remarques sont légitimes...

Alors quel est le vocabulaire à utiliser ?

Le lecteur utilisateur de ces fiches a peut être son langage ad hoc, issu d'un retour d'expérience, voire d'un échange de pratiques. Mais pourquoi inventer un métalangage, alors que les termes et les définitions nécessaires au remplissage des cellules de cette fiche sont normalisés. En effet, ils se trouvent dans les normes globales, par exemple, la norme XP CEN ISO/TS 17450-1 : 2008.

3.3.3 Que retenir de la fiche GPS ?

La fiche GPS type 1 s'adresse aux spécifications par zone dans la vision des normes ISO du siècle dernier, voire d'une approche par les neuf normes de bases ou quatorze suivant les formations dispensées, mais sans l'emploi des normes globales qui sont essentielles. Les cellules du tableau permettent d'explicitier l'interprétation de la spécification, sans donner d'autre information que celle qui stipule que l'élément tolérancé doit être dans la zone de tolérance.

La fiche GPS type 2 apporte des cellules complémentaires, utilisant les concepts issus des normes globales telles que la *caractéristique* et la *condition*, afin de signifier le rôle de la spécification étudiée. Une des conséquences immédiates de l'emploi des normes globales est l'application de cette fiche à toutes les spécifications, c'est-à-dire, aux spécifications par zone, par dimension et par gabarit ce que la précédente fiche (type 1) ne pouvait pas exploiter.

Quant au vocabulaire utilisé, il est principalement issu des normes globales.

Or, tant que les fiches GPS modifiées (c'est-à-dire, ni de types 1 et 2) ne prendront pas en compte la *caractéristique*, et la *condition*, l'approche du décodage des spécifications restera du domaine des normes ISO de tolérancement et non celui des normes ISO de tolérancement GPS, malgré l'utilisation de ces dernières.

La force des auteurs de ses deux fiches est d'avoir su structurer les connaissances normatives à des fins pédagogiques au travers de la fiche GPS type 2. Cette avancée est majeure à bien des titres.

3.3.4 Un outil industriel au service de la didactique de cet enseignement.

La difficulté est de faire le lien entre l'opérateur de spécification et l'opérateur de vérification ; difficulté d'autant plus prégnante lorsque le public concerné prépare des diplômes classifiés au niveau 4. La donnée d'entrée, le pré requis indispensable, est la compréhension de la spécification. La fiche GPS type 2 permet de donner la signification de la spécification étudiée. Il n'est pas nécessaire à ce niveau de formation de savoir utiliser les outils normatifs (partition, extraction,...) permettant le décodage, mais bien d'insister sur les deux modèles, le modèle nominal et le « skin model ».

La vérification à ce niveau de formation reste toujours un souci et l'emploi des machines à mesurer tridimensionnelles peu ou pas utilisé.

Dans le cadre des mémoires professionnels ^[23] de 2^e année Instituts Universitaires de Formation des Maîtres (IUFM), deux professeurs stagiaires, M F. FUHRMANN et B. FAGON exploitèrent le logiciel industriel : METROLOG V5 à des fins pédagogiques au travers de l'élaboration d'une séance de travaux pratiques avec des élèves de 2^e année de baccalauréat professionnel de technicien d'usinage. Les objectifs pédagogiques furent de contrôler les spécifications géométriques, de compléter le mode opératoire et de mettre en œuvre une machine à mesurer tridimensionnelle.



Figure 23 : Manuel de formation – document élève ^[23].

Le modèle 3D de la pièce comporte des spécifications géométriques déclarées dans le logiciel CATIA à l'aide du module FTA. Lorsque le logiciel METROLOG V5 est utilisé dans la suite de logiciels DELMIA, la spécification sélectionnée est transformée en un processus de contrôle, avec une assistance numérique apportée par le logiciel (figure 23). L'utilisateur peut alors simuler la contrôle de la spécification hors lignes avant de lancer la procédure de contrôle sur la machine à mesurer tridimensionnelle.

Au bilan, les objectifs définis par les deux professeurs stagiaires furent atteints. Mais au-delà de ce constat, le trait d'union entre les modèles et le réel est visible par l'élève dans la continuité entre le produit spécifié au travers du module FTA et sa vérification à l'aide du logiciel de mesurage. Une avancée certes, mais pas seulement, ce logiciel est un outil complémentaire à la fiche GPS pour prolonger la signification de la spécification.

3.4 Que retenir de ce chapitre ?

Les enseignements sont nombreux tant sur les outils que sur les méthodes. Les outils normatifs (filtrage, partition, construction, association, extraction, collection) sont définis pour encoder et décoder une spécification. Ils sont communs à la spécification et à la vérification permettant de créer une continuité de la caractérisation du produit à la vérification.

Si certains se sont interrogés sur l'utilité de l'emploi des normes ISO de type TPS (technical product specification), aujourd'hui cette question est d'un autre temps, voire obsolète. Les normes ISO de type GPS (geometrical product specification) sont une partie des normes TPS ; elles interviennent dès l'emploi de la tolérance, par l'expression de la caractéristique tant au niveau de la spécification que de la vérification.

Or par l'expression « cotation GPS », les référentiels d'apprentissage évoquent le concept GPS, dans l'expression du trait d'union entre les concepts et le réel, mais in fine, l'enseignement des neuf normes de base, dans l'esprit de cet enseignement conduit à rester au niveau des normes ISO de type TPS sans prendre en compte la dimension GPS.

Et l'industrie dans tout cela ? Sans vouloir être provocateur, certains lecteurs doivent avoir des fournisseurs locaux qui n'utilisent pas les normes ISO de tolérancement GPS. Ils ont raison,

effectivement, ces fournisseurs défavorables à la « cotation ISO » représentent 14 % ^[24] des fournisseurs industriels français quel que soit leur rang.

4 Et l'industrie ?

Le taux d'industries françaises défavorables à « la cotation ISO » est de 14 %. Parmi les 86 % ^[24], toutes les industries n'ont pas le même niveau, principalement pour deux raisons. La première est liée à leurs besoins qui ne conduisent pas à une connaissance exhaustive des normes ISO de tolérancement GPS. La seconde est souvent liée à la qualité des formations dispensées, en formation initiale, mais surtout en formation continue.

4.1 Quelles évolutions ?

Pour illustrer l'état de l'art des entreprises, il est souvent nécessaire de s'intéresser à l'historique des formations dispensées. L'analyse est souvent riche en information. Deux exemples de spécification, l'une par dimension, et l'autre par zone, mettent l'accent sur des erreurs de fond et témoignent de la méconnaissance des normes actuelles.

4.1.1 Cas d'une spécification par dimension.

La norme NF ISO 8015 : 2006 ^[12] est une norme à la fois fondamentale dans l'évocation du principe de l'indépendance par exemple et spécifique dans le traitement des tailles angulaires et linéaire. L'ambivalence de cette norme a conduit au développement de deux normes actuellement en projet, l'une développant l'aspect fondamental : pr NF EN ISO 14659 ^[6] et l'autre, la taille : pr NF EN ISO 14405 ^[13]. A court terme, la norme NF ISO 8015 doit disparaître. Mais en attendant, la question de la spécification dimensionnelle est posée, figure 24.

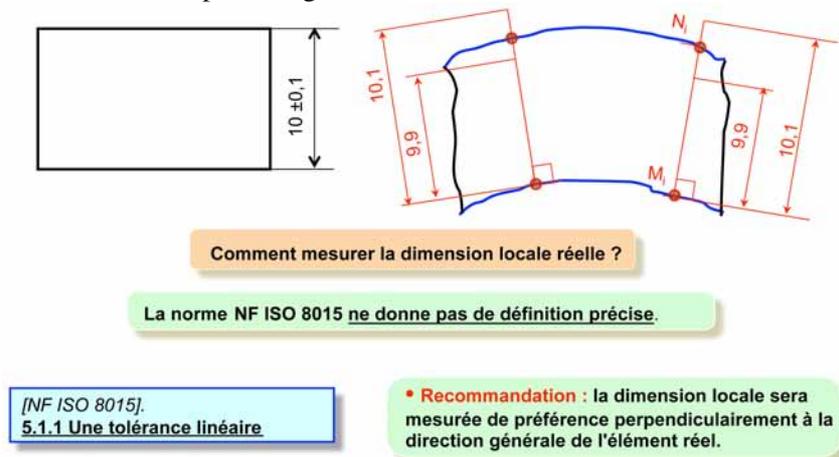


Figure 24 : spécification par dimension linéaire : la taille

Historiquement, la norme ISO 8015 : 1985 ne donne aucune indication quant à la direction de la mesure. Dans les années 1995, pour pallier cette lacune sont apparues différentes recommandations exprimant la notion « d'orientation » de la dimension locale. A la lecture de la recommandation de la figure 24, nous ne pouvons que nous inquiéter tant l'expression et le sens de cette recommandation reste abscons. Mais soit, elle est présente. Et la question est : quelle est la légitimité de cette recommandation ?

Pour y répondre le plus objectivement possible, il faut se poser la question de la présence de cette recommandation dans une norme interne, au cahier des charges ou sur le dessin de définition de l'entreprise autre que sur un document de formation d'une part, ou dans un norme homologuée ou en projet d'autre part. Or, il n'en est rien. Devant un tribunal de commerce, cette recommandation n'a aucun effet, et elle reste du domaine de l'abstrait. L'imaginer traduite dans différentes langues ajoute la notion de contre sens dû à la traduction. L'effet initialement voulu devient, in fine, catastrophique.

Néanmoins depuis l'homologation de la norme NF EN ISO 14660-1 et -2 ^[10] de 1999, cette recommandation est sans objet. Si la norme NF ISO 8015 : 1985 ne donne pas explicitement une direction des dimensions locales réelles, la réponse se trouve dans les normes globales, la norme NF EN ISO 14660 : 1999. Or pour ceux qui considèrent que cette dernière n'apporte que du verbiage normatif abscons et sans fondement, il est normal qu'ils soient les premiers à développer des recommandations idoines. L'emploi de telles recommandations est le témoignage d'une méconnaissance des normes de tolérancement GPS. Qu'écrire de plus lorsqu'un industriel suit une telle recommandation, lors d'un litige devant le tribunal de commerce ?

L'ayant déjà écrit plus haut, la norme NF ISO 8015 : 2006 ^[12] doit disparaître, mais en attendant, il existe un projet de norme permettant de répondre à la question posée. Ce projet s'inscrit dans la continuité d'une norme globale homologuée depuis plus de dix années, la norme NF EN ISO 14660 ^[10]. Un projet oui, mais accessible, disponible et utilisable si nécessaire au même titre qu'une norme homologuée.

Il est important de signaler que les normes en projet ne sont pas accessible par le site SAGAWEB suivant les options que vous avez choisies, mais elles sont disponibles directement par les sites des boutiques AFNOR et ISO (figure 25) (voir la bibliographie pour les liens).

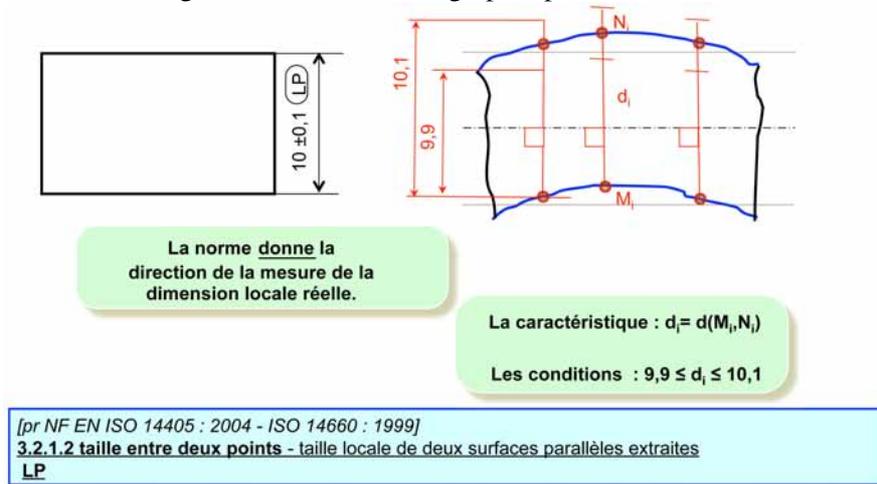


Figure 25 : spécification par dimension linéaire - modificateur LP.

Le modificateur « LP » ^[13] est par défaut celui utilisé dans les spécifications par dimension de type taille linéaire (fig.25). Il n'est donc pas nécessaire de l'indiquer au plan. La continuité entre les normes NF ISO 8015 : 2006 et pr NF EN ISO 14405 est assurée pour autant que la recommandation soit bannie du plan tant elle induit des erreurs et une méconnaissance des normes actuelles (fig.24).

4.1.2 Cas d'une spécification par zone.

Il existe des lacunes voire des incompréhensions issues des textes normatifs antérieurs aux travaux sur le concept GPS. Mais, il n'est pas rare que certaines incompréhensions proviennent de l'idée que se fait le lecteur parcourant le document normatif. Incompréhension dont le constat drastique provient de certains auteurs des formations des normes ISO de tolérancement recourant à des recommandations litigieuses instaurant une approche dogmatique. Le plus bel exemple est dans l'ambivalence des normes NF EN ISO 1101 : 2006 et NF EN ISO 5458 : 1999, exemple déjà cité dans un précédent article sur la « cotation ISO » ^[3] et qui concerne l'emploi du symbole « x » (figure 26).

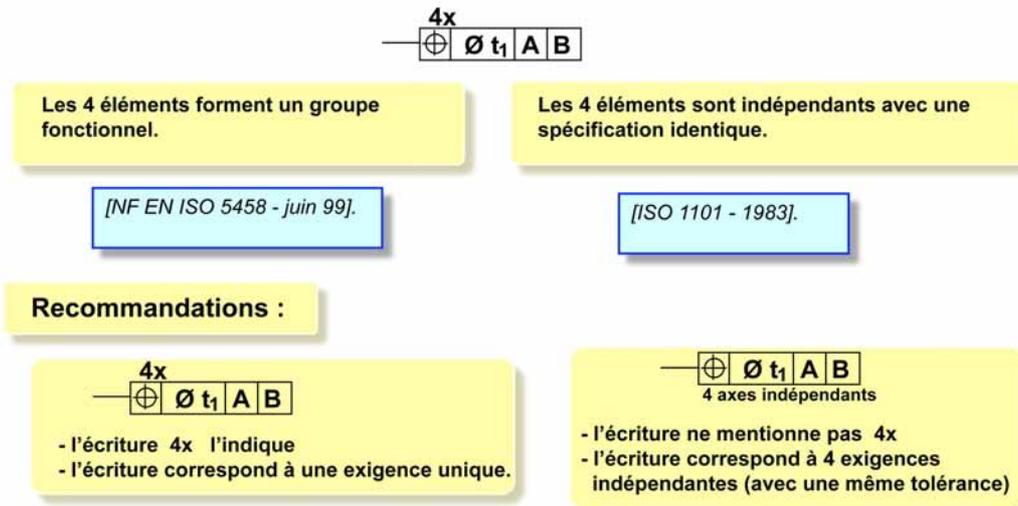


Figure 26 : spécification par zone - l'emploi du symbole « x ».

Pour une même écriture, le sens est différent suivant la norme utilisée. Pour répondre à la question, les auteurs définissent deux recommandations issues d'aucune norme. Si le texte ajouté en dessous du cadre de la spécification, à droite, permet d'expliquer le sens de la spécification afin de la rendre univoque, le débat reste ouvert dans le cas de la recommandation pour la spécification à gauche, de la figure 26. Le problème demeure et la recommandation n'a aucune valeur lors d'un litige devant le tribunal de commerce.

Est-il possible de faire autrement ?

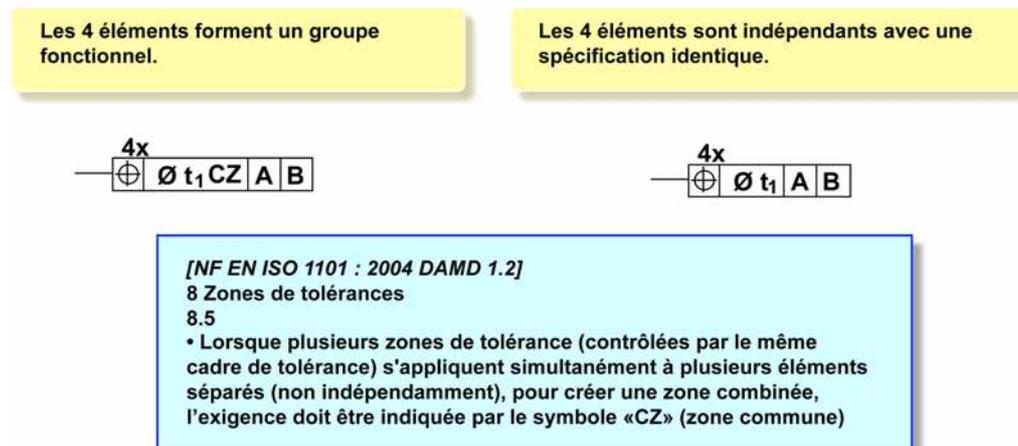


Figure 27 : spécification par zone - l'emploi du symbole « x » et du modificateur CZ.

Le projet d'amendement de la norme 1101 de 2004 ^[15] permet de répondre à la question précédente par la notion de « zone combinée », figure 27. Les deux recommandations deviennent inutiles. Or, lors de la dernière enquête sur les révisions quinquennales des normes, la commission UNM 08 a signalé l'abandon de la norme 5458 devenue inutile avec l'amendement de la norme 1101 ^[15].

4.1.3 Recommandations ou normes en projet (pré normes).

Les recommandations se trouvant dans les documents des diverses formations aux normes ISO n'engagent que ceux qui les lisent. Elles n'ont aucune valeur lors d'un différent entre le client et le fournisseur assignés au tribunal de commerce. **Pour que ces recommandations puissent être prises en compte lors d'un différent, elles doivent faire l'objet d'un document interne, voire d'une norme interne, signalé dans le contrat** entre les deux parties.

Que dire des pré-normes, ou des normes en projet ?

Le statut de projet d'une norme est associé à une date qui permet de suivre l'évolution de celle-ci, de ses modifications à son homologation, voire à sa disparition. Une norme ISO en projet bénéficie d'une

traduction dans la langue du pays qui participe aux travaux du comité technique 213. Cette remarque peut sembler anodine, mais il n'en est rien au regard des contres sens souvent fait lors de la traduction. Imaginez une recommandation traduite dans différentes langues (figure 28).



Figure 28 : Difficulté de traduire des recommandations – contre-sens.

Il n'est pas rare de rencontrer des entreprises, des écoles prendre position pour une norme en projet lorsque celle-ci est une norme XP, c'est-à-dire un projet AFNOR, et l'utiliser en l'état. Mais pour les projets de norme ISO, la position est radicalement différente. Une ambivalence surprenante, d'autant que les deux types de projet, AFNOR ou ISO, peuvent disparaître sans jamais être homologués.

Quel est le risque pris dans l'utilisation d'un projet de norme ?

La seule question est à ce niveau, le risque de voir quelques modifications entre le projet de norme et la norme homologuée. Plusieurs réponses permettent de faire la lumière sur une vision souvent mal comprise par les intéressés. Il est important de rappeler que les normes ISO de type GPS se développent autour de ce trait d'union, entre les concepts et le réel. Une norme de base, une norme applicative évolue en fonction des concepts, des termes et des définitions des normes globales, voire fondamentales. Ces dernières normes étant homologuées, les concepts sont donc robustes et les modifications sont légitimes dans l'évolution des normes de base. Prendre ces dernières, plutôt que des recommandations est assurément un risque quasi infinitésimal quant aux écarts des normes en projet lors de leur homologation.

Au delà de cette remarque, il est intéressant de constater que la société DIGITAL SURF a intégré dans le développement de son logiciel : « Mountains », le projet de norme pr NF EN ISO 25178 : 2009, norme au stade DIS et donc non homologuée. Monsieur BLATEYRON de la société DIGITAL SURF et expert à l'UNM 09 évoque effectivement le risque d'évolution de la norme au moment de son homologation, mais un risque mineur par rapport au retour d'expériences accumulées par l'entreprise avec les industriels, à la prochaine date de cette homologation.

4.2 Un retour d'expériences industrielles, RENAULT s.a.s., au service de la formation aux normes ISO de tolérancement.

Soucieux de la qualité de ses produits, en 1995, la société RENAULT s.a.s. investit dans la formation des normes ISO de tolérancement pour ses collaborateurs en interne, en France, en Europe, et à l'international, mais aussi pour ses fournisseurs.

Initialement, dans les années 90, la première formation des normes ISO de tolérancement s'appuie sur des documents de formation internes de la société, passant des normes internes, voire AFNOR vers les normes ISO de tolérancement. Une première version du document de formation aux normes ISO de tolérancement apparaît en 1995. Cette formation s'appuie naturellement sur une vision des normes de l'époque, antérieure au concept GPS. Acteur important dans le monde industriel, le retour d'expériences de cette entreprise permet de faire évoluer les normes ISO de tolérancement au travers des actions menées dans les commissions de normalisation. Celles-ci permettent au fil du temps, l'évolution de la formations aux normes ISO.

En 2008, le service de formation continue de RENAULT s.a.s. lance un appel d'offre concernant le renouvellement de la formation aux normes ISO de tolérancement. Un organisme de formation est retenu par l'originalité pédagogique et par les qualités technique et normative.

Que propose cet organisme ?

Initialement, la formation aux normes ISO de tolérancement s'effectuait en entrant par les normes. Or si au départ cette approche fut intéressante, elle a rapidement montrée ses limites en mettant en exergue les redites et les incohérences entre les différentes normes dans la version de l'époque.

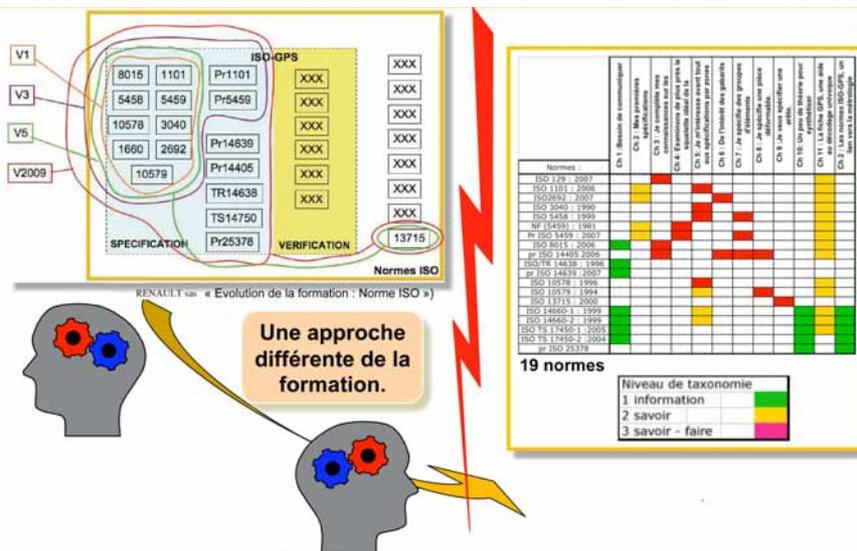


Figure 29 : Une approche différente de la formation [27].

La première remarque à la lecture de cette formation vient de l'entrée qui s'effectue par les besoins (figure 29) des concepteurs produit ou processus, avec pour chaque besoin, les normes qui sont nécessaires pour y répondre. Ce ne sont plus les 8 ou 9 normes de base qui sont ainsi identifiées, mais pratiquement une vingtaine avec des normes homologuées pour certaines, des normes en projet pour d'autres, créant une continuité dans le savoir et le savoir – faire. Les recommandations, en lieu et place des normes en projets, sont proscrites.

La seconde remarque concerne les différents niveaux de taxonomie qui permettent de comprendre le rôle dans la recherche, l'encodage, et le décodage de la spécification par les concepteurs. Cette taxonomie est nécessaire à la structuration des compétences et à la compréhension du langage normatif, mais pas seulement (figure 30).

La dernière remarque, et non des moindres, est la volonté de faire le lien avec la métrologie.

4 – Les formations

4-2 UNE APPROCHE PAR LE MÉTIER.

(Extrait du document de formation aux normes ISO –GPS V6 2009)

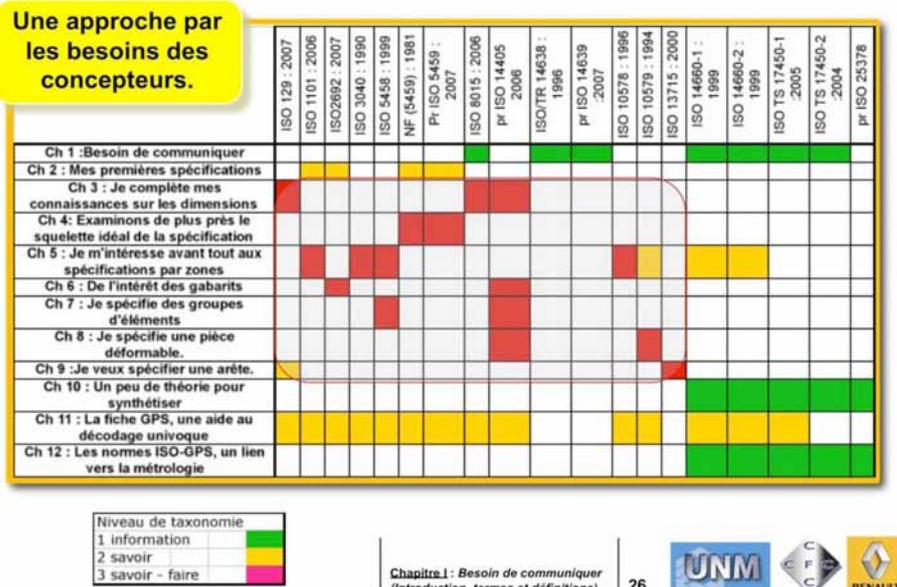


Figure 30 : Une approche par le métier (Extrait du document de formation aux normes ISO – GPS)^[27].

Suite à la présentation de cette formation à l'union de normalisation de la mécanique et du caoutchouc (UNM), cet organisme est devenu un partenaire.

Le document de formation est actuellement en langue française et anglaise, et en fonction des besoins sur les sites RENAULT s.a.s., des traductions complémentaires sont possibles : espagnol, portugais (brésilien), roumain, turc, indien, japonais, coréen et russe.

Par son implication dans la normalisation, et par le déploiement des normes ISO de tolérancement GPS au niveau de ses produits et avec ses fournisseurs, la société RENAULT s.a.s est une entreprise innovante et soucieuse d'évoluer.

4.3 Que retenir de ce chapitre ?

Le retour d'expériences industrielles dans les secteurs de l'automobile, du ferroviaire, et de l'aéronautique, sur les formations et l'emploi des normes ISO pose les questions de la légitimité d'un langage normatif de qualité, et de son adéquation avec les besoins industriels.

Il est important de rappeler que les normes ne sont pas des textes législatifs ou réglementaires, mais bien des textes de références officiels auxquels chacun peut se référer de façon volontaire. Cette adhésion explique que certaines entreprises n'y adhèrent pas de façon systématique. Mais « la normalisation est une activité essentiellement technique à vocation économique », propos de F. CONTET^[28], lors de la présentation du séminaire : cotation ISO : les nouvelles normes, quelles conséquences ?

Les normes évoluent et avec elles, la façon d'aborder la pédagogie.

5 Conclusion.

La cotation fonctionnelle des produits industriels devient une préoccupation grandissante dans les démarches de conception intégrée. Afin de répondre à des problématiques de prescription, de conception et de vérification, les différents acteurs industriels, contribuant à l'élaboration des produits, doivent utiliser un système de communication rigoureux et général. La démarche normative liée à la « spécification géométrique des produits » s'efforce de donner des outils permettant de répondre à ces problématiques. Dès lors, l'évolution des normes ISO de tolérancement naît de la volonté d'un groupe de travail, le comité technique 213, de créer une unité dans la compréhension des modèles, et des

concepts. La fracture évoquée provient principalement d'un refus de changer les modèles de compréhension liés à l'interprétation des normes.

La signification, l'encodage et le décodage sont des modèles associés aux concepts définis dans les normes globales et fondamentales. La spécification est une condition sur une caractéristique. Les opérateurs définis dans les normes permettent tant de spécifier que de vérifier.

L'occasion du cinquantenaire de la mort de Boris VIAN permet de rappeler la première expérience professionnelle de ce jeune ingénieur à l'AFNOR. Dans le Vercoquin et le Planton ^[29], Boris VIAN met en scène deux mondes que tout oppose : *l'insouciance des zazous et des surprises-parties d'un côté, le sérieux de la normalisation de l'autre*. Mais au delà de cette satire, ne nous trompons pas de cible, les enjeux sont l'incertitude sur la caractéristique et la conformité du produit, nullement le nombre de normes et leurs révisions.

6 Bibliographie.

- [1] CHARPENTIER F.- « Points sur la normalisation – Quels enseignements ? », journées européennes du tolérancement – JET education – Annecy - (23 mars 2009). <http://www.cotation-iso.fr/points-sur-la-normalisation-jet-09-t288.html>
- [2] LUBINEAU C., DE LUZE M. - « Participer à la normalisation, c'est agir pour ne pas subir », journées européennes du tolérancement – JET industrie – Annecy -(24 mars 2009). <http://www.cotation-iso.fr/nouveautes-en-normalisation-gps-jet-09-t294.html>
- [3] CHARPENTIER F - « Les nouvelles normes, une évolution nécessaire », Technologie – Sciences et techniques industrielles, revue N° 151 de septembre et octobre 2007. http://www.cnr-cmao.ens-cachan.fr/autres_ressources/pdf/TECHNO/151-p30.pdf
- [4] XP E04-009 : 2003 – « Spécification géométrique des produits (GPS) - Hiérarchisation des caractéristiques produit-processus », AFNOR, (2003). http://www.boutique.afnor.org/NEL5DetailNormeEnLigne.aspx?&nivCtx=Z0Z&aff=1764&ts=8406385&CLE_ART=FA124731
- [5] NF EN ISO 1101 : 2006 – « Spécification géométrique des produits (GPS) – - Tolérancement géométrique - Tolérancement de forme, orientation, position et battement.», AFNOR, (2006). http://www.boutique.afnor.org/NEL5DetailNormeEnLigne.aspx?&nivCtx=NELZNELZ1A10A101A107&ts=7028275&CLE_ART=FA141071
- [6] pr NF EN ISO 14659 Août 2007« Spécification géométrique des produits (GPS) - Principes fondamentaux - Concepts, principes et règles.», AFNOR, (2007). http://www.boutique.afnor.org/NEL5DetailNormeEnLigne.aspx?CLE_ART=FA133510&nivCtx=NELZNELZ1A10A101A107&ts=2184733
- [7] FD CR ISO/TR 14638 : 1996 – « Spécification géométrique des produits (GPS) –Schéma directeur.», AFNOR, (1996) http://www.boutique.afnor.org/NEL5DetailNormeEnLigne.aspx?&nivCtx=NELZNELZ1A10A101A107&ts=5529843&CLE_ART=FA044700
- [8] XP CEN ISO/TS 17450-1 : 2008 – « Spécification géométrique des produits (GPS) - Concepts généraux - Partie 1 : modèle pour la spécification et la vérification géométriques », AFNOR, (2008). http://www.boutique.afnor.org/NEL5DetailNormeEnLigne.aspx?&nivCtx=NELZNELZ1A10A101A107&ts=2384497&CLE_ART=FA142755
- [9] NF ISO/TS 17450-2 : 2004 – « Spécification géométrique des produits (GPS) - Concepts généraux - Partie 2 : principes de base, spécifications, opérateurs et incertitudes », AFNOR, (2004). http://www.boutique.afnor.org/NEL5DetailNormeEnLigne.aspx?&nivCtx=NELZNELZ1A10A101A107&ts=6196678&CLE_ART=FA111252
- [10] NF EN ISO 14660-1 : 1999 – « Spécification géométrique des produits (GPS) - Éléments géométriques - Partie 1 : termes généraux et définitions », AFNOR, (1999). http://www.boutique.afnor.org/NEL5DetailNormeEnLigne.aspx?&nivCtx=NELZNELZ1A10A101A107&ts=5992197&CLE_ART=FA044879
- [11] pr NF EN ISO 25378 : 2007 – « Spécification géométrique des produits - Spécifications - Caractéristiques et conditions », AFNOR, (2007). http://www.boutique.afnor.org/NEL5DetailNormeEnLigne.aspx?&nivCtx=NELZNELZ1A10A101A107&ts=1651176&CLE_ART=FA153404
- [12] NF ISO 8015 : 2006 – « Dessins techniques - Principe de tolérancement de base », AFNOR, (2006). http://www.boutique.afnor.org/NEL5DetailNormeEnLigne.aspx?&nivCtx=NELZNELZ1A10A101A107&ts=8751742&CLE_ART=FA130453
- [13] pr NF EN ISO 14405 : 2006 – « Spécification géométrique des produits (GPS) - Tolérancement dimensionnel - Tailles linéaires » AFNOR, (2006).

- http://www.boutique.afnor.org/NEL5DetailNormeEnLigne.aspx?&nivCtx=NELZNELZ1A10A101A107&ts=9431105&CLE_ART=FA119918
- [14] NF ISO 10578 : 1996 – « Dessins techniques - Tolérancement d'orientation et de position - Zone de tolérance projetée », AFNOR, (1996).
http://www.boutique.afnor.org/NEL5DetailNormeEnLigne.aspx?&nivCtx=NELZNELZ1A10A101A107&ts=6627831&CLE_ART=FA040626
- [15] ISO 1101: 2004/DAMd 1 - « Representation of specifications in the form of a 3D model », ISO, (2004).
http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=45974
- [16] pr NF EN ISO 5459 : 2004 – « Spécification géométrique des produits (GPS) - Tolérancement géométrique - Références spécifiées et systèmes de références spécifiées », AFNOR, (2004).
http://www.boutique.afnor.org/NEL5DetailNormeEnLigne.aspx?&nivCtx=Z0Z&aff=1764&ts=9088661&CLE_ART=FA136677
- [17] NF EN ISO 2692 : 2007 – « Spécification géométrique des produits (GPS) - Tolérancement géométrique - Exigence au maximum de matière (MMR), exigence du minimum de matière (LMR) et exigence de réciprocité », AFNOR, (2007).
http://www.boutique.afnor.org/NEL5DetailNormeEnLigne.aspx?&nivCtx=Z0Z&aff=1764&ts=7962538&CLE_ART=FA103806
- [18] NF ISO 10579 : 1994 – « Dessins techniques - Cotation et tolérancement - Pièces non rigides », AFNOR, (1994).
http://www.boutique.afnor.org/NEL5DetailNormeEnLigne.aspx?&nivCtx=Z0Z&aff=1764&ts=9503184&CLE_ART=FA033730
- [19] NF E04-013 : 2008 – « Spécification géométrique des produits (GPS) - Symbolisation des prises de pièces », AFNOR, (2008).
http://www.boutique.afnor.org/NEL5DetailNormeEnLigne.aspx?&nivCtx=Z0Z&aff=1764&ts=4732828&CLE_ART=FA154808
- [20] pr NF EN ISO 22432 : 2007 – « Spécification géométrique des produits - Éléments utilisés en spécification et vérification », AFNOR, (2007).
http://www.boutique.afnor.org/NEL5DetailNormeEnLigne.aspx?&nivCtx=Z0Z&aff=1764&ts=1201684&CLE_ART=FA151135
- [21] NF X07-001 :1994 – « Normes fondamentales - Vocabulaire international des termes fondamentaux et généraux de métrologie », AFNOR, (1994).
http://www.boutique.afnor.org/NEL5DetailNormeEnLigne.aspx?&nivCtx=Z0Z&aff=1764&ts=9810659&CLE_ART=FA036636
- [22] BALLU A., MATHIEU L.- « La fiche GPS, outil d'expression univoque des spécifications géométriques », acte - AIP Priméca à l'ENS de Cachan, (2005). <http://www.cotation-iso.fr/la-fiche-gps-un-outil-indispensable-t97.html>
- [23] FAGON B., FUHRMANN F. – « Manuelle de formation METROLOG V5 » 2^e année IUFM – CRETEIL, (2007).
<http://www.cotation-iso.fr/manuel-de-formation-par-l-exemple-a-metrolog-v5-t215.html>
- [24] ANSELMETTI S., COMTE M. – « La problématique du sous traitant face à la diversité des demandes de tolérancement », AMETRA (Bureau d'étude)- MICADO CACHAN, (2007). <http://www.cotation-iso.fr/la-problematique-du-s-t-face-a-la-diversite-des-demandes-t59.html>
- [25] pr NF EN ISO 25178-3 : 2008- « Spécification géométrique des produits (GPS) - États de surface : surfacique - Partie 3 : opérateurs de spécification », AFNOR, (2008).
http://www.boutique.afnor.org/NEL5DetailNormeEnLigne.aspx?&nivCtx=Z0Z&aff=1764&ts=1274797&CLE_ART=FA153402
- [26] RENAULT s.a.s. – NISSAN, « Formation aux normes ISO de tolérancement », cours version 3.0, RENAULT s.a.s., (2001).
- [27] RENAULT s.a.s. – NISSAN, « Un langage de spécification univoque - Formation aux normes ISO - GPS de tolérancement – Concepteurs produit / process », cours version 6.0, RENAULT s.a.s., (2009). http://www.cfc-technic.fr/formations/formation_normes_iso/ISO.html
- [28] CONTE F. – « Opérateur de Normalisation à votre service », UNM (union de normalisation de la mécanique) – Séminaire : cotation ISO : les nouvelles normes, quelles conséquences ? », CETIM – UNM (novembre 2005).
- [29] VIAN B. – « Vercoquin et le plancton » - L'imaginaire Gallimard - UNM –AG, (juin 2009).

7 Glossaire.

ISO

« International Organization for Standardization » ou encore « Organisation internationale de normalisation ».

AFNOR

Association française de Normalisation.

GPS

« Geometrical product specifications » ou encore « spécification géométrique des produits ».

JET 09

Journée européenne du tolérancement 2009.

NF

Norme française.

EN (CEN)

Norme européenne (norme de la communauté européenne).

XP

Projet de norme française.

pr

Projet de norme internationale.