

Les normes ISO-GPS

Une fracture dans l'appre

FREDERIC CHARPENTIER, JEAN-MARC PRENEL ^[1]

Cette seconde partie fournit de précieuses informations pour décoder sans équivoque les spécifications géométriques du produit. L'objectif est d'accompagner le formateur dans la confection de séquences pédagogiques rigoureuses appliquant les normes en vigueur, et répondant aux besoins industriels en conception de produit ou de processus.

L'enseignement des normes

La spécification géométrique

Le terme *spécification* [1] ^[2], au sens géométrique, fait l'objet d'une définition normalisée dans la norme XP CEN ISO/TS 17450-1 : 2008. Cette définition s'appuie sur des termes (en italique) qu'il convient également de préciser :

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 de type *filtration*, *partition*, *extraction*, *association*, *collection* ou *construction* sur les éléments géométriques sont identifiées à partir du « *skin model* » [1].

Ce processus est un invariant ; il s'applique aux spécifications par zone **1**, par dimension et par gabarit.

Le lien entre le modèle nominal et le *skin model* suit le synoptique de la figure **1**. 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 ?

Des définitions univoques

Modèle nominal et *skin model*

Parmi les éléments déjà cités, le *skin model* et le modèle nominal [1] [2] sont les deux représentations les plus courantes de la pièce.

[1] Respectivement : formateur à l'ESPCI Ingénieurs 2000/Cnam et à l'Ensam de Paris, expert Afnor-ISO au comité technique 213 (GPS-ISO), chef de projet à l'UNM (Union de Normalisation de la Mécanique et du caoutchouc) des normes XP E 04-009 et NF E 04-013, membre du GRT (Groupe de Recherche français sur le Tolérancement) ; référent technique de la cotation ISO-GPS pour l'ingénierie mécanique Renault, expert Afnor-ISO au comité technique 213 (GPS-ISO) et à l'UNM.

[2] Les chiffres en gris renvoient à la bibliographie.

mot(s)-clé(s)

cotation, normes, pédagogie, processus

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 [2].

« Axe réel » : un oxymore

L'expression « axe réel d'une surface réelle » a-t-elle une signification ? 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, 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 ? Il n'y en a pas : les mêmes opérations ne permettent pas de spécifier et de vérifier ; la continuité est rompue entre l'opérateur de spécification et l'opérateur de vérification. La notion d'« axe réel », dans l'acception d'« élément médian réel » n'a donc aucun sens du point de vue de la norme.

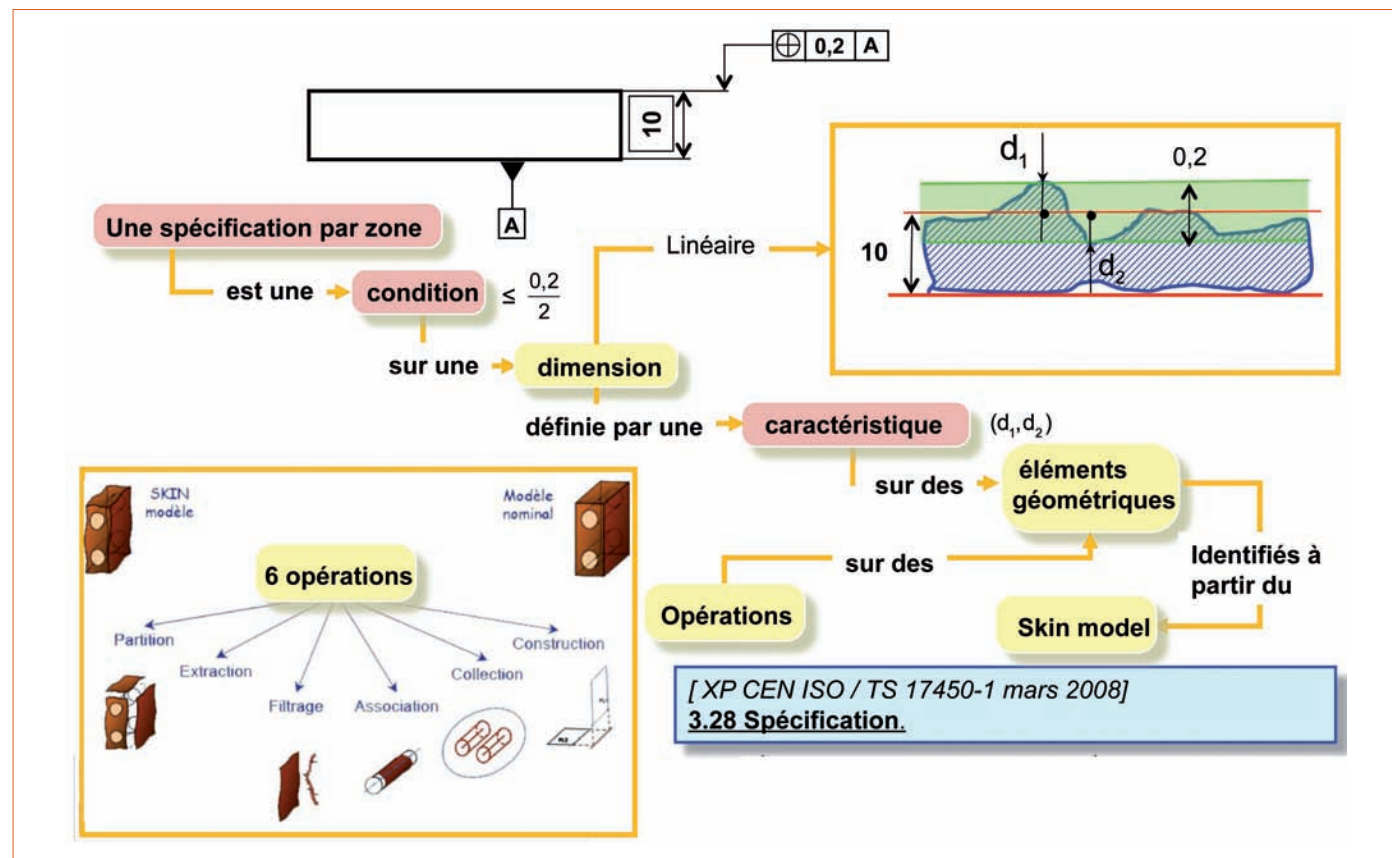
Des modèles complémentaires

Le *skin model* est constitué d'un ensemble infini de points. Prendre un nombre fini de points sur la peau de la pièce conduit à une représentation extraite de la pièce [2]. Dès lors, une surface extraite est un élément défini à partir d'un nombre fini de points. À partir de cet élément extrait [3], il est possible d'associer des éléments géométriques de même nature, avec une fonction objectif – comme minimiser la plus grande des distances – et une contrainte – tangents du côté libre de la matière, par exemple. À partir de cet élément associé, on peut construire des éléments géométriques en position ou en orientation théoriquement exactes, les éléments de situation **2**.

La surface de la pièce peut avoir plusieurs états, idéal ou non idéal, et 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*.

ntissage (seconde partie)



1 La spécification par zone

Des éléments médians

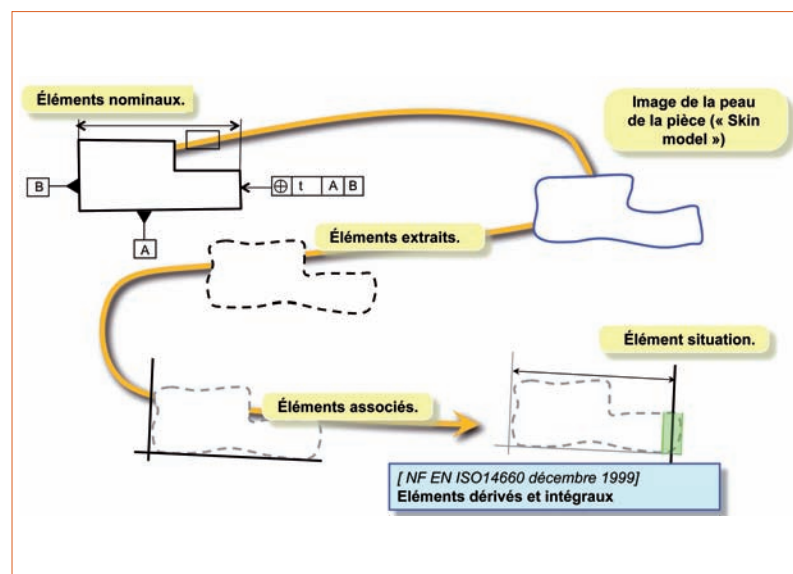
Mais la question demeure : et pour les éléments médians ?

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 de base (applicatives) peut rester circonspect, voire dubitatif, à la lecture des termes *intégral* et *dérivé* [2]. Mais le pédagogue y voit là un enrichissement nécessaire à la didactique de cet enseignement.

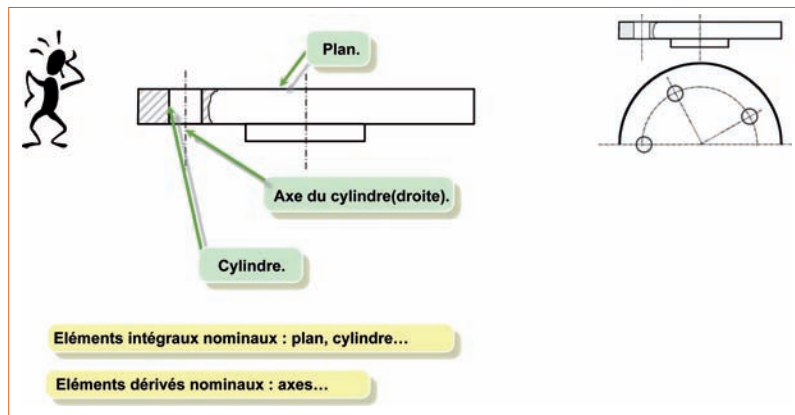
Imaginez un élève de prébaccalauréat avec une pièce en main, cherchant à « toucher la réalité » de cet axe médian...

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

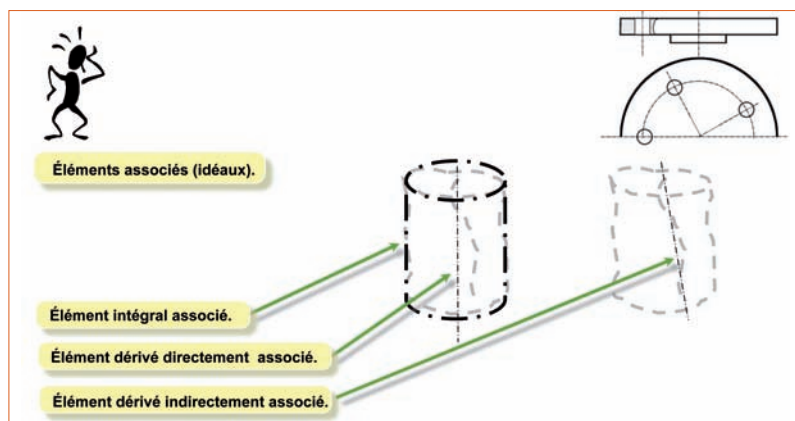
Il n'existe aucun élément médian appartenant au *skin model* ou à la pièce fabriquée. Ce constat nous permet de nous intéresser à la construction d'un



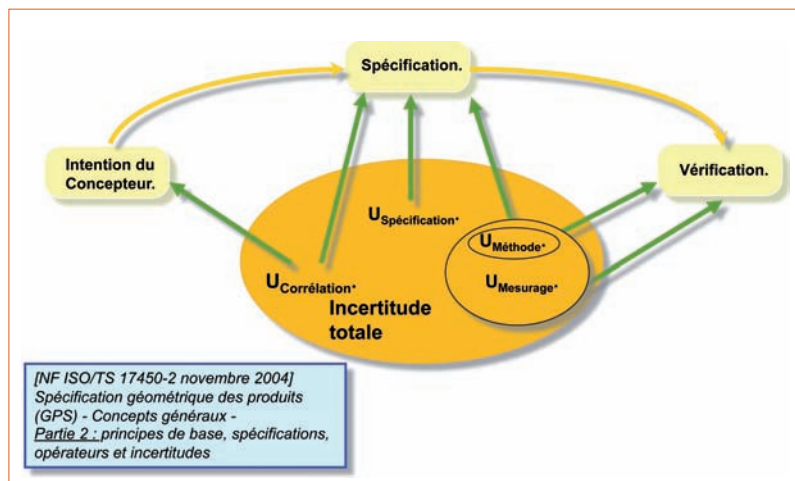
2 Les différents types d'élément



3 Les éléments intégraux et dérivés



4 Les éléments dérivés directement ou indirectement associés



5 L'incertitude totale

Glossaire

- ISO : International Organization for Standardization, en français Organisation internationale de normalisation
- Afnor : Association française de normalisation
- GPS : Geometrical Product Spécification, en français spécification géométrique des produits
- NF : norme française
- EN (CEN) : norme européenne (produite par le Comité européen de normalisation)
- XP : projet de norme française
- PR : projet de norme internationale

modèle permettant de simuler l'élément médian non idéal. Cet élément s'appuie sur l'élément intégral extrait, un nombre fini de points sur l'élément non idéal. Des procédures existent dans les normes NF EN ISO 14660 : 1999 et NF EN ISO 17450 : 2008 qui permettent de construire le modèle de l'élément médian, l'élément dérivé extrait.

Que peut-on associer à cet élément dérivé extrait [2]?

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) ?

L'élément dérivé directement associé est l'axe du cylindre associé à l'élément intégral extrait [2], alors que l'élément dérivé indirectement associé est la droite associée à l'élément dérivé extrait [4]. Nombre de lecteurs considéreront ce vocabulaire 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.

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 filtrer, partitionner, associer, construire, collectionner et extraire [1].

Lorsque ces outils sont utilisés pour spécifier la fonction du composant, l'ensemble des opérations conduit à un opérateur de spécification. Lorsqu'ils 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, idéalement, l'opérateur de vérification est 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 à la vérification [5].

Que devient l'expression de la conformité ?

La condition de conformité

La *conformité* résulte de la conformité théorique issue de la spécification et de la conformité pratique issue de la vérification.

Pour établir ces deux modèles de conformité, il est nécessaire de reprendre la norme XP CEN ISO/TS 17450-1 : 2008. Elle permet d'une part d'établir le processus de description de la caractéristique et de l'évaluer, d'autre part d'établir le processus de description du mesurande (objet à mesurer) [4] 6. 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 6, 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.

Les outils

Il existe une multitude d'outils permettant d'aider à la compréhension du décodage des spécifications. Nous n'en dresserons pas une liste exhaustive, mais nous allons nous intéresser dans un premier temps à l'un d'eux, la fiche GPS.

La fiche GPS

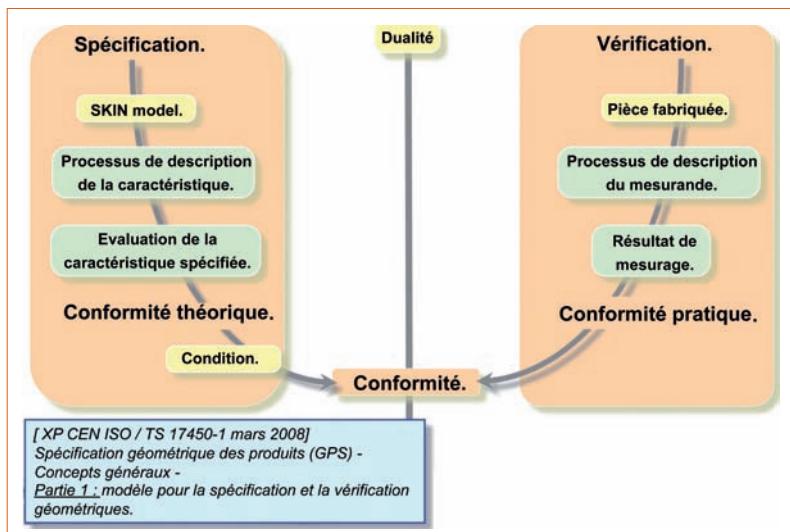
● La fiche GPS de type 1

La première fiche GPS fut élaborée par deux experts de l'UNM (Union de Normalisation de la Mécanique et du caoutchouc) dont les sujets de recherche et d'enseignement sont la caractérisation géométrique des produits, MM. Ballu et Mathieu [5]. Cette première fiche GPS 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 qu'elle est donc totalement inadaptée aux spécifications par dimension ou par gabarit. En effet, lors de son élaboration, les normes ISO de tolérancement n'étaient pas encore des normes ISO de tolérancement GPS, même si ces deux experts travaillaient sur ce sujet; les idées étaient néanmoins là, ils avaient su les anticiper.

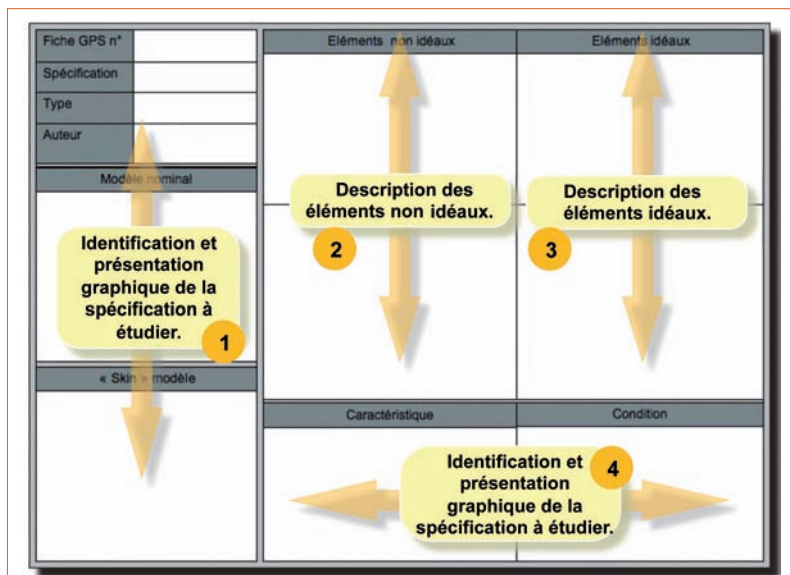
Remarque importante: Le format de cette fiche permet d'exprimer l'interprétation de la spécification en la décomposant dans les différentes colonnes du tableau en éléments idéaux et non idéaux, et en identifiant la nature et les contraintes de la zone de tolérance. *Quid des termes caractéristique et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

● La fiche GPS de type 2

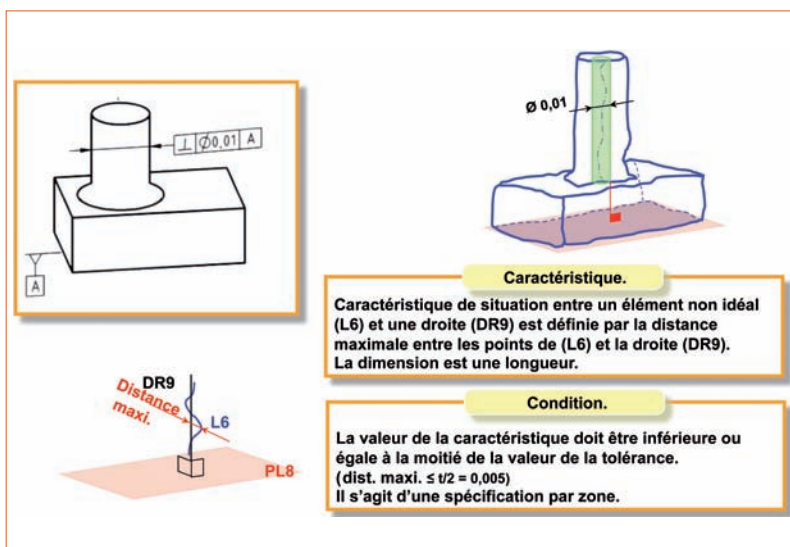
La fracture entre les normes ISO de tolérancement et les normes ISO de tolérancement GPS est pro-



6 La condition de conformité



7 Une fiche GPS de type 2



8 Caractéristique et condition

duite, comme nous l'avons vu en première partie dans le numéro précédent, par 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* 7.

La fiche GPS de type 2, élaborée elle aussi par MM. Ballu et Mathieu, reprend les termes et le principe de la fiche GPS de type 1 en y 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 la fiche GPS de type 1, 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 la fiche de type 1.

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 8. La fiche GPS de type 2 a pour maître mot la signification dans le cadre du décodage d'une spécification 9.

Il n'est pas rare que ces fiches soulèvent des critiques quant au vocabulaire utilisé, souvent jugé lourd ou abscons. Et, à la lecture de certaines fiches, on ne peut qu'acquiescer... Alors, quel vocabulaire utiliser ?

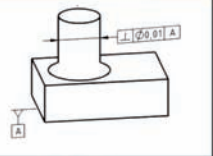
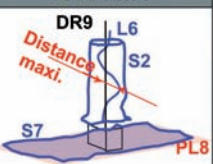
Le lecteur utilisateur de ces fiches peut avoir le sien propre, issu d'un retour d'expérience ou d'un échange de pratiques. Mais pourquoi inventer un langage alors que les termes et les définitions nécessaires au remplissage des cellules de la fiche sont normalisés ? En effet, ils se trouvent dans les normes globales, l'XP CEN ISO/TS 17450-1 : 2008, par exemple.

Tant que les fiches GPS modifiées (c'est-à-dire ni de type 1 ni de type 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 de celui des normes ISO de tolérancement GPS, malgré l'utilisation de ces dernières.

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

Le logiciel industriel Metrolog

La difficulté est de faire le lien entre l'opérateur de spécification et l'opérateur de vérification ; difficulté encore plus grande lorsque le public concerné prépare des diplômes de niveau 4. La donnée d'entrée, le prérequis indispensable, est la compréhension de la spécification. La fiche GPS de type 2 permet de donner la signification de la spécification étudiée. Il est nécessaire à ce niveau de formation non pas de savoir utiliser les outils normatifs (partition, extraction...) permettant le décodage, mais bien de maîtriser les deux modèles, le modèle nominal et le *skin model*.

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			
		Caractéristique	
« Skin » modèle		Condition	
		d = distance maxi (L6, DR9).	d ≤ t/2 Soit d ≤ 0,005

9 La signification d'une spécification (processus de décodage)

► L'actualité de la norme

Le projet de norme ISO/DIS 14659 devient l'ISO/FDIS 8015 et va donc annuler l'ISO 8015 en vigueur. La partie taille angulaire de l'ISO 8015 est transférée dans le projet de norme ISO/DIS 14405-2. Le vote de la norme ISO/FDIS 8015 est prévu pour le milieu de l'année 2010.

Le projet de norme ISO/DIS 14405-2 doit être soumis à un deuxième vote DIS prévu pour le début de l'année 2010.

Le projet de norme ISO/DIS 5459 devient FDIS 5459, et son vote est prévu pour le milieu de l'année 2010. Les votes de la norme ISO/FDIS 14405-1 (tailles linéaires) et de la norme ISO 1101/DFA1 (FDIS amendement 1) sont également prévus pour cette période.

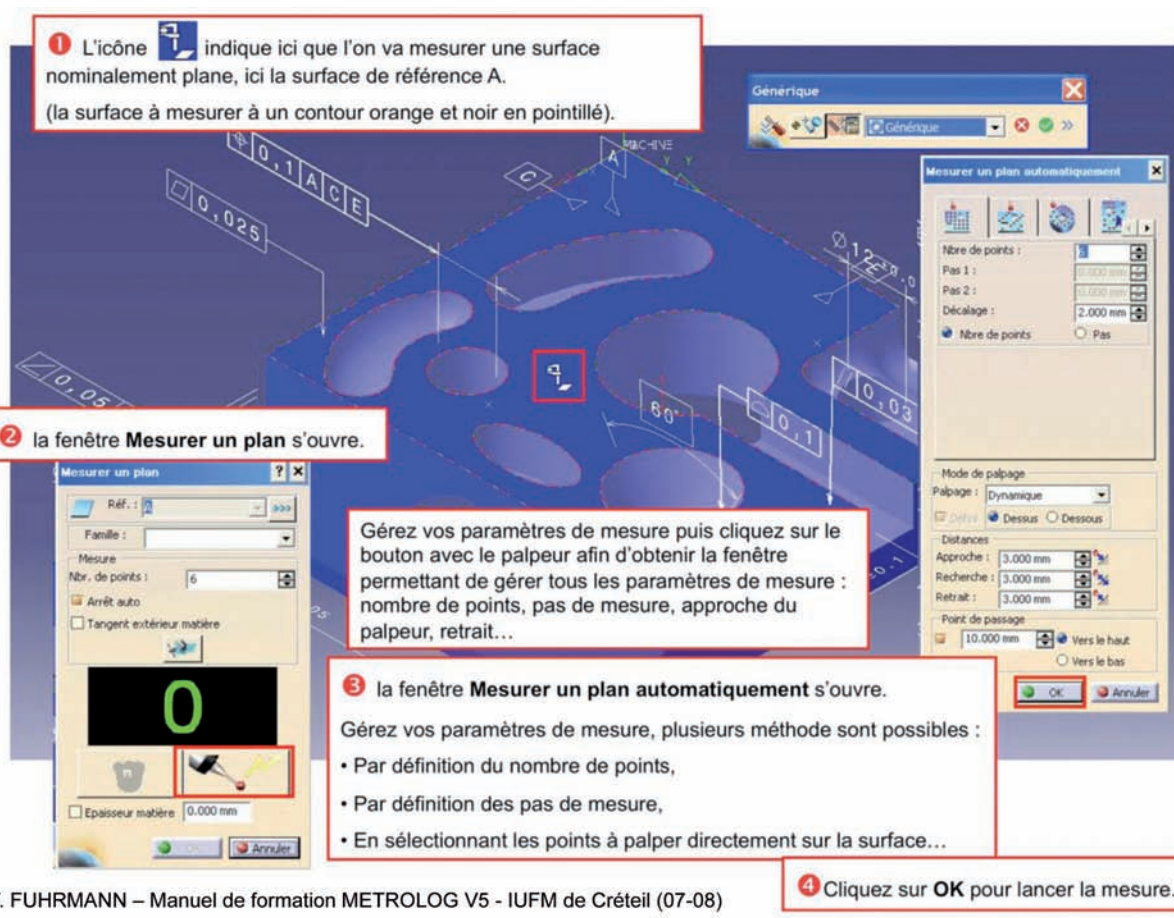
Rappelons que le vote d'une norme au stade ISO/FDIS l'homologue.

La vérification à ce niveau de formation reste toujours un problème, d'autant que les machines à mesurer tridimensionnelles ne sont que très peu utilisées.

Dans le cadre de leur mémoire professionnel de 2^{de} année en IUFM, deux professeurs stagiaires, MM. Fuhrmann et Fagon, ont exploité 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 [6]. Les objectifs pédagogiques en étaient de contrôler les spécifications géométriques, de compléter le mode opératoire et de mettre en œuvre une machine à mesurer tridimensionnelle.

Le modèle 3D de la pièce comporte des spécifications géométriques déclarées dans le logiciel Catia à l'aide du module FTA. Lorsque 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 10. L'utilisateur peut alors simuler le contrôle de la spécification hors ligne avant de lancer la procédure de contrôle sur la machine à mesurer tridimensionnelle.

Les objectifs définis par les deux professeurs stagiaires ont été atteints. Et, au-delà, le trait d'union entre les modèles et le réel est visible par l'élève dans la conti-



10 Le Manuel de formation Metrolog V5

nuit 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.

Et les normes TPS?

Certains se sont interrogés sur l'utilité de l'emploi des normes ISO de type TPS (*Technical Product Specification*); cette question est d'un autre temps. Les normes ISO de type GPS sont une partie des normes TPS; elles interviennent dès l'emploi de la tolérance, par l'expression de la caractéristique aux niveaux tant de la spécification que de la vérification. Or, par l'expression « cotation GPS », les référentiels d'apprentissage évoquent le concept GPS comme trait d'union entre les concepts et le réel, mais, *in fine*, l'enseignement des neuf normes de base conduit à rester au niveau des normes ISO de type TPS sans prendre en compte la dimension GPS.

Dans l'industrie

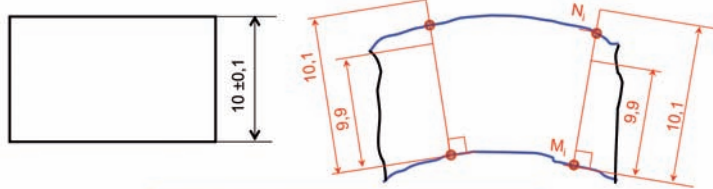
Et l'industrie dans tout cela? Certains lecteurs doivent avoir des fournisseurs locaux qui n'utilisent pas les normes ISO de tolérancement GPS. Effectivement, selon le bureau d'études Ametra [7], 14 % des fournis-

seurs industriels français sont défavorables à la cotation ISO. Parmi les 86 % restant, toutes les industries n'ont pas le même niveau, une disparité principalement liée à deux facteurs: leurs besoins, qui ne requièrent pas forcément une connaissance exhaustive des normes ISO de tolérancement GPS; la qualité des formations dispensées, en formation initiale, mais surtout en formation continue.

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. C'est pourquoi les entreprises n'y adhèrent pas de façon systématique. Mais, comme le déclarait M. Contet lors de la présentation du séminaire « Cotation ISO: les nouvelles normes, quelles conséquences? », « la normalisation est une activité essentiellement technique à vocation économique » [8].

Des recommandations... peu recommandables

Pour illustrer l'état de l'art des entreprises, il est souvent nécessaire de s'intéresser à l'historique des formations dispensées, dont l'analyse est souvent riche en informations. Deux exemples de spécification, l'une par dimension et l'autre par zone, mettent



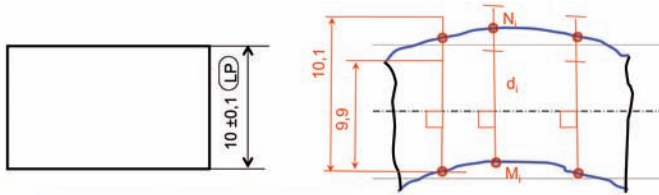
Comment mesurer la dimension locale réelle ?

La norme NF ISO 8015 ne donne pas de définition précise.

[NF ISO 8015].
5.1.1 Une tolérance linéaire

• Recommandation : la dimension locale sera mesurée de préférence perpendiculairement à la direction générale de l'élément réel.

11 La spécification par dimension linéaire : la taille



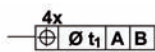
La norme donne la direction de la mesure de la dimension locale réelle.

La caractéristique : $d_1 = d(M_1, N_1)$

Les conditions : $9,9 \leq d_1 \leq 10,1$

[pr NF EN ISO 14405 : 2004 - ISO 14660 : 1999]
3.2.1.2 taille entre deux points - taille locale de deux surfaces parallèles extraites LP

12 La spécification par dimension linéaire : le modificateur LP



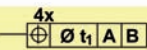
Les 4 éléments forment un groupe fonctionnel.

[NF EN ISO 5458 - juin 99].

Les 4 éléments sont indépendants avec une spécification identique.

[ISO 1101 - 1983].

Recommandations :



- l'écriture 4x l'indique
- l'écriture correspond à une exigence unique.

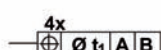


4 axes indépendants
- l'écriture ne mentionne pas 4x
- l'écriture correspond à 4 exigences indépendantes (avec une même tolérance)

13 La spécification par zone : l'emploi du symbole « x »

Les 4 éléments forment un groupe fonctionnel.

Les 4 éléments sont indépendants avec une spécification identique.



[NF EN ISO 1101 : 2004 DAMD 1.2]
8 Zones de tolérances
8.5

• Lorsque plusieurs zones de tolérance (contrôlées par le même cadre de tolérance) s'appliquent simultanément à plusieurs éléments séparés (non indépendamment), pour créer une zone combinée, l'exigence doit être indiquée par le symbole « CZ » (zone commune)

14 La spécification par zone : l'emploi du symbole « x » et du modificateur CZ

l'accent sur des erreurs de fond et témoignent de la méconnaissance des normes actuelles.

Le cas d'une spécification par dimension

La norme NF ISO 8015 : 206 [9] est une norme à la fois fondamentale, dans l'évocation du principe de l'indépendance par exemple, et spécifique au traitement des tailles angulaires et linéaires. L'ambivalence de cette norme a conduit au développement de deux normes actuellement en projet, l'une développant l'aspect fondamental, la PR NF EN ISO 14659 [10], et l'autre la taille, la PR NF EN ISO 14405 [11]. Mais, en attendant la refonte de la norme NF ISO 8015 (voir « L'actualité de la norme » en encadré), la question de la spécification dimensionnelle est posée [1].

Historiquement, la norme ISO 8015 : 1985 ne donne aucune indication quant à la direction de la mesure. Dans le milieu des années 1990, pour pallier cette lacune sont apparues sur les documents de formation différentes recommandations exprimant la notion d'« orientation » de la dimension locale. À la lecture de celle de la figure 11, nous ne pouvons que nous inquiéter tant son sens est équivoque. Quelle est sa légitimité ?

Pour répondre à cette question le plus objectivement possible, il faut se demander si cette recommandation est présente soit dans une norme interne de l'entreprise, au cahier des charges ou sur un dessin de définition (ailleurs que dans un document de formation), soit dans une norme homologuée ou en projet. Or, il n'en est rien. Devant un tribunal de commerce, cette recommandation n'a aucun effet.

En effet, 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 assigné au tribunal de commerce. Pour que ces recommandations puissent être prises en compte, elles doivent faire l'objet d'un document interne, voire d'une norme interne, signalé dans le contrat entre les deux parties.

Quant à imaginer cette recommandation traduite dans différentes langues... L'effet initialement voulu devient, *in fine*, catastrophique.

De plus, cette recommandation est sans objet depuis l'homologation de la norme globale NF EN ISO 14660 1 et 2 de 1999 [2]. Or, il est logique que ceux qui considèrent que cette dernière n'apporte que du verbiage normatif abstrus et sans fondement soient les premiers à développer de telles recommandations, dont l'emploi est le témoignage d'une méconnaissance des normes de tolérancement GPS.

Nous l'avons vu, la norme NF ISO 8015 : 2006 doit être refondue, mais, en attendant, il existe un projet de norme permettant de répondre au problème soulevé. Ce projet s'inscrit dans la continuité d'une norme globale homologuée depuis plus de dix années, la

norme NF EN ISO 14660 [12]. Un projet, certes, mais accessible, disponible et utilisable si nécessaire au même titre qu'une norme homologuée. (Signalons à ce propos que les normes en projet ne sont pas disponibles sur le site Saga Web, mais qu'elles le sont sur les boutiques en ligne de l'Afnor ou de l'ISO.)

Le modificateur LP [11] est celui utilisé par défaut dans les spécifications par dimension de type taille linéaire. 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 d'erreurs et traduit une méconnaissance des normes actuelles [12].

Le cas d'une spécification par zone

Voici un autre exemple de recours dans les formations aux normes ISO à des recommandations litigieuses instaurant une approche dogmatique. Il s'agit ici de pallier l'ambivalence du symbole « x », dont le sens est différent selon que l'on utilise la norme NF EN ISO 1101 : 2006 ou la NF EN ISO 5458 : 1999, comme nous l'avons vu dans le numéro précédent. Certains documents de formation définissent deux recommandations qui ne sont issues d'aucune norme. Si le texte ajouté sous le cadre de la spécification, à droite dans la figure [13], permet d'explicitier le sens de la spécification afin de la rendre univoque, le débat reste ouvert quant à la recommandation pour la spécification de gauche. 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 ? Le projet d'amendement de la norme 1101 de 2004 [12] permet de résoudre le problème par la notion de « zone combinée » [14]. Les deux recommandations deviennent inutiles. Et, lors de la dernière enquête sur les révisions quinquennales des normes, la commission UNM 08 a signalé l'abandon de la norme 5458 devenue obsolète avec l'amendement de la norme 1101 (voir « L'actualité de la norme » en encadré).

Recommandations ou normes en projet (prénormes) ?

La désignation d'un projet de norme comprend une date qui permet d'en suivre l'évolution, 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 contresens souvent fait lors d'une traduction.

Il n'est pas rare de rencontrer des entreprises ou 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. C'est d'autant plus surprenant que, Afnor ou ISO, les projet peuvent disparaître sans jamais être homologués.

Quel est le risque pris dans l'utilisation d'un projet de norme ? celui qu'il y ait quelques modifications entre le projet de norme et la norme homologuée.

Est-ce un risque important ? Les normes ISO de type GPS se développent autour de ce trait d'union entre les concepts et le réel. Une norme de base ou applicative évolue en fonction des concepts, des termes et des définitions des normes globales, voire fondamentales. Celles-ci étant homologuées, les concepts sont robustes, et les modifications légitimes dans les normes de base. Prendre un projet de norme plutôt que des recommandations est assurément un risque très minime au vu des différences entre la norme homologuée et son projet.

Par exemple, la société Digital Surf a intégré dans le développement de son logiciel Mountains le projet de norme PR NF EN ISO 25 178 : 2009, norme au stade DIS et donc non homologuée. M. Blateyron, de ladite société – et expert à l'UNM 09 –, s'il évoque effectivement le risque d'évolution de la norme au moment de son homologation, l'estime mineur.

Un retour d'expérience industrielle

Soucieuse de la qualité de ses produits, Renault investit dans la formation aux normes ISO de tolérancement de ses collaborateurs en interne, en France, en Europe, et à l'international, mais aussi de ses fournisseurs.

Initialement, dans les années 1990, la formation s'appuyait sur des normes internes ou Afnor. Une première version du document de formation aux normes ISO de tolérancement apparaît en 1995. Elle s'appuie naturellement sur la vision de l'époque, antérieure au concept GPS.

Précisons que cette grande entreprise, par ces retours d'expérience, a été elle-même une actrice de l'évolution des normes ISO de tolérancement au travers des actions menées dans les commissions de normalisation, qui à leur tour, ont fait évoluer la formation aux normes ISO.

En 2008, le service de formation continue de Renault lance un appel d'offres concernant le renouvellement de la formation aux normes ISO de tolérancement. Un organisme de formation, CFG-Technic [13], est retenu pour son originalité pédagogique et ses qualités techniques et normatives.

Que propose cet organisme ?

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

Première remarque à la lecture de la nouvelle formation proposée, l'entrée s'effectue par les besoins

RENAULT sas « Evolution de la formation : Norme ISO »

Une approche différente de la formation.

Normes :	Ch 1 : Besoin de communiquer	Ch 2 : Mes premières spécifications	Ch 3 : Je complète mes connaissances sur les dimensions	Ch 4 : Examinons de plus près le squelette idéal de la spécification	Ch 5 : Je m'intéresse avant tout aux spécifications par zones	Ch 6 : De l'intérêt des gabarits	Ch 7 : Je spécifie des groupes d'éléments	Ch 8 : Je spécifie une pièce déformable.	Ch 9 : Je veux spécifier une arête.	Ch 10 : Un peu de théorie pour synthétiser	Ch 11 : La fiche GPS, une aide au décodage univoque	Ch 12 : Les normes ISO-GPS, un lien vers la métrologie
ISO 129 : 2007												
ISO 1101 : 2006												
ISO 2692 : 2007												
ISO 3040 : 1990												
ISO 5458 : 1999												
NF (5459) : 1981												
Pr ISO 5459 : 2007												
ISO 8015 : 2006												
pr ISO 14405 2006												
ISO/TR 14638 : 1996												
pr ISO 14639 : 2007												
ISO 10578 : 1999												
ISO 10579 : 1994												
ISO 13715 : 2000												
ISO 14660-1 : 1999												
ISO 14660-2 : 1999												
ISO TS 17450-1 : 2005												
ISO TS 17450-2 : 2004												
pr ISO 25378												

19 normes

Niveau de taxonomie

1 information

2 savoir

3 savoir - faire

15 Une approche différente de la formation (document CFC-Technic)

4 – Les formations

4 -2 UNE APPROCHE PAR LE MÉTIER.

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

Une approche par les besoins des concepteurs.

	ISO 129 : 2007	ISO 1101 : 2006	ISO 2692 : 2007	ISO 3040 : 1990	ISO 5458 : 1999	NF (5459) : 1981	Pr ISO 5459 : 2007	ISO 8015 : 2006	pr ISO 14405 2006	ISO/TR 14638 : 1996	pr ISO 14639 : 2007	ISO 10578 : 1999	ISO 10579 : 1994	ISO 13715 : 2000	ISO 14660-1 : 1999	ISO 14660-2 : 1999	ISO TS 17450-1 : 2005	ISO TS 17450-2 : 2004	pr ISO 25378	
Ch 1 : Besoin de communiquer																				
Ch 2 : Mes premières spécifications																				
Ch 3 : Je complète mes connaissances sur les dimensions																				
Ch 4 : Examinons de plus près le squelette idéal de la spécification																				
Ch 5 : Je m'intéresse avant tout aux spécifications par zones																				
Ch 6 : De l'intérêt des gabarits																				
Ch 7 : Je spécifie des groupes d'éléments																				
Ch 8 : Je spécifie une pièce déformable.																				
Ch 9 : Je veux spécifier une arête.																				
Ch 10 : Un peu de théorie pour synthétiser																				
Ch 11 : La fiche GPS, une aide au décodage univoque																				
Ch 12 : Les normes ISO-GPS, un lien vers la métrologie																				

Niveau de taxonomie	
1 information	
2 savoir	
3 savoir - faire	

Chapitre 1 : Besoin de communiquer (Introduction, termes et définitions)



16 Une approche par le métier (extrait du document de formation aux normes ISO-GPS)

des concepteurs de produit ou processus, avec, pour chaque besoin, les normes qui sont nécessaires pour y répondre [15]. Ce ne sont plus les huit ou neuf normes de base qui sont ainsi identifiées, mais pratiquement une vingtaine, homologuées pour certaines, en projet pour d'autres, créant une continuité dans le savoir et le savoir-faire. Les recommandations sont proscrites.

Deuxième remarque, la classification des normes en différents niveaux permet de comprendre leur rôle dans la recherche, l'encodage et le décodage de la spécification par les concepteurs. Elle est nécessaire entre autres à la structuration des compétences et à la compréhension du langage normatif [16].

Dernière remarque, et non des moindres, le lien est fait avec la métrologie.

Après la présentation de cette formation à l'UNM, CFC-Technic en est devenu un partenaire.

Le document de formation est actuellement rédigé en français et en anglais, et, en fonction des besoins sur les sites Renault, des traductions complémentaires sont possibles : espagnol, portugais (brésilien), roumain, turc, indien, japonais, coréen et russe.

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 résulte de la volonté d'un groupe de travail, le comité technique 213, de créer une unité dans la compréhension des modèles et des concepts, qui s'appuie sur les points suivants :

- 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.

La fracture que nous évoquons ici provient principalement d'un refus de changer les modèles de compréhension liés à l'interprétation des normes.

Le cinquantenaire de la mort de Boris Vian est l'occasion de rappeler qu'il fut ingénieur à l'Afnor. Dans *Vercoquin et le plancton* [14], il met en scène deux mondes que tout oppose : celui de l'insouciance des zazous et des surprises-parties d'un côté, celui du 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 de leurs révisions. ■

➤ Références

[1] 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

[2] NF EN ISO 14660-1 : 1999, « Spécification géométrique des produits (GPS) – Éléments géométriques – partie I : termes généraux et définitions », Afnor, 1999

[3] PR NF EN ISO 22432 : 2007, « Spécification géométrique des produits – Éléments utilisés en spécification et vérification », Afnor, 2007

[4] NF X07-001 : 1994, « Normes fondamentales – Vocabulaire international des termes fondamentaux et généraux de métrologie », Afnor, 1994

[5] BALLU (A.), MATHIEU (L.), « La fiche GPS, outil d'expression univoque des spécifications géométriques », journée AIP-Priméca « Tolérancement le long du cycle de vie du produit », ENS de Cachan, 2005
www.cotation-iso.fr/la-fiche-gps-un-outil-indispensable-t97.html

[6] FAGON (B.), FUHRMANN (F.), *Manuel de formation Metrolog V5*, 2^e année d'IUFM, Créteil, 2007
www.cotation-iso.fr/manuel-de-formation-par-l-exemple-a-metrolog-v5-t215.html

[7] ANSELMETTI (S.), COMTE (M.), « La problématique du sous-traitant face à la diversité des "demandes" de tolérancement », Ametra/Micado – ENS Cachan, 2007
www.cotation-iso.fr/la-problematique-du-s-t-face-a-la-diversite-des-demandes-t59.html

[8] CONTE (F.), « Opérateur de normalisation à votre service », journée UNM-Cetim « Cotation ISO : les nouvelles normes, quelles conséquences ? », 2005

[9] NF ISO 8015 : 2006, « Dessins techniques – Principe de tolérancement de base », Afnor, 2006

[10] PR NF EN ISO 14659 : 2007, « Spécification géométrique des produits (GPS) – Principes fondamentaux – Concepts, principes et règles », Afnor, 2007

[11] PR NF EN ISO 14405 : 2006, « Spécification géométrique des produits (GPS) – Tolérancement dimensionnel – Tailles linéaires », Afnor, 2006

[12] ISO 1101 : 2004/DAMd 1 : « Representation of specifications in the form of a 3D model », ISO, 2004
www.iso.org

[13] CFC-Technic : www.cfc-technic.fr

[14] VIAN (B.), *Vercoquin et le plancton*, Gallimard, coll. « L'imaginaire », 2002

Les normes citées (sauf l'ISO 1101: 2004/DAMd 1 [12]) sont en vente en ligne sur le site de l'Afnor :

www.boutique.afnor.org