

MÉMENTO DE FRÉDÉRIC
CHARPENTIER

SPÉCIFICATION
GÉOMÉTRIQUE
DES PRODUITS

Les normes ISO-GPS

Nouvelle édition

DUNOD

Direction et conception graphiques de la couverture : Nicolas Wiel -
Pierre-André Gualino (graphiste)

NOUS NOUS ENGAGEONS EN FAVEUR DE L'ENVIRONNEMENT :



Nos livres sont imprimés sur des papiers certifiés pour réduire notre impact sur l'environnement.



Le format de nos ouvrages est pensé afin d'optimiser l'utilisation du papier.



Depuis plus de 30 ans, nous imprimons 70 % de nos livres en France et 25 % en Europe et nous mettons tout en œuvre pour augmenter cet engagement auprès des imprimeurs français.



Nous limitons l'utilisation du plastique sur nos ouvrages (film sur les couvertures et les livres).

© Dunod, 2021, 2024
11 rue Paul Bert, 92240 Malakoff
www.dunod.com

ISBN 978-2-10-086509-3

Remerciements

Cet ouvrage a été initié à la suite du renouvellement de la formation¹ aux normes ISO-GPS réalisé pour la société Renault. Initialement, la formation aux normes ISO-GPS s'effectuait en entrant par les normes. Or, si cette approche présentait un intérêt initial, elle a rapidement montré ses limites en mettant en évidence les redites et les incohérences entre les différentes normes dans leur version de l'époque.

Dans la nouvelle formation proposée (normes ISO-GPS), l'entrée s'effectue désormais par les besoins des concepteurs de produit ou processus avec, pour chaque besoin, les normes nécessaires pour y répondre. Ce ne sont plus huit ou neuf normes applicatives qui sont ainsi identifiées, mais pratiquement une vingtaine – homologuées pour certaines, en projet final pour d'autres –, créant une continuité dans le savoir et le savoir-faire². La classification des normes en différents niveaux permet de comprendre leur rôle dans la recherche, l'encodage (NF X50-103:2020) 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. Aujourd'hui, toutes les normes en projet sont homologuées. La prise en compte des normes au stade de projet permet de capitaliser un retour d'expériences important dans le développement des produits.

J'exprime ma sincère gratitude à toutes celles et ceux qui m'ont soutenu dans la rédaction de ce mémento. Leur expertise, leurs relectures critiques et leurs conseils m'ont été précieux :

- Marie Royer, support et conduite de projets autour de la maîtrise dimensionnelle, spécialiste cotation fonctionnelle, fabricable et contrôlable (SAFRAN), docteur en mécanique, présidente du Groupe UNM08 et expert français AFNOR-ISO à l'international au Comité technique 213 (ISO-GPS) ;
- Catherine Lubineau, directrice du développement et responsable de la qualité, Union de normalisation de la mécanique (UNM) ;
- Nabil Anwer, PU à l'IUT de Cachan à l'université Paris-Sud 11, directeur adjoint du Laboratoire universitaire de recherche en production automatisée (LURPA) à l'ENS de Paris-Saclay, co-animateur du Groupe de recherche en tolérancement (GRT), expert français AFNOR-ISO à l'international au Comité technique 213 (ISO-GPS) et à l'UNM 08 (Spécification) ;
- Alex Ballu, MCF à l'université de Bordeaux chercheur à l'Institut de mécanique et d'ingénierie (I2M), UMR 5295 CNRS, membre du Groupe de recherche en

1. Frédéric Charpentier, « Un langage de spécification univoque, formation aux normes ISO-GPS de tolérancement, concepteurs produit/process », formation Renault, janvier 2009.

2. Frédéric Charpentier, Jean-Marc Prenel, « Les normes ISO-GPS. Une fracture dans l'apprentissage (deuxième partie) », *Technologie. Sciences et techniques industrielles*, n° 165, CNDP, janvier-février 2010.

tolérancement (GRT), expert français AFNOR-ISO à l'international au Comité technique 213 (ISO-GPS) et à l'UNM 08 (Spécification) ;

- Michel Comte, expert cotation ISO, IYIC-direction conception et industrialisation (SAFRAN), ancien président du Groupe UNM 08 et expert français AFNOR-ISO à l'international au Comité technique 213 (ISO-GPS) et à l'UNM 08 (Spécification) ;
- Bertrand Leroy, (PSA Peugeot Citroën), Direction recherche et développement, expert normalisation mécanique, cotation ISO-GPS et états de surface, président de la Commission de normalisation UNM10, membre des Commissions de normalisation UNM08, 09 ;
- Luc Mathieu, PU à l'IUT de Cachan à l'université Paris-Sud 11, ancien directeur du Laboratoire universitaire de recherche en production automatisée (LURPA) à l'ENS de Cachan, membre du groupe de recherche en tolérancement, expert français AFNOR-ISO à l'international au comité technique 213 (ISO-GPS), à l'UNM 08 (Spécification) et à l'UNM 09 (Vérification) ;
- Bertrand Nicquevert, chercheur associé au LURPA à l'ENS Paris-Saclay, membre du Groupe de recherche en tolérancement (GRT), expert français AFNOR-ISO à l'international au Comité technique 213 (ISO-GPS) et à l'UNM 08 (spécification), professeur agrégé hors classe de sciences industrielles de l'ingénieur ;
- Jean-Marc Prenel, ancien référent conception GMP électrique pour l'ingénierie mécanique (Renault) et ancien expert français AFNOR-ISO à l'international au Comité technique 213 (ISO-GPS) et à l'UNM 08 (Spécification).

Je remercie également ceux qui ont généreusement fourni des documents photographiques : Catherine Lubineau (UNM) et Christophe Lemoine (Metrologic Group).

Dr Frédéric Charpentier,

Professeur agrégé de classe exceptionnelle de sciences industrielles de l'ingénieur en classe préparatoire aux grandes écoles au lycée Raspail, aux Arts et Métiers ParisTech-Centre de Paris (ENSAM) et à l'école d'ingénieurs du Conservatoire national des arts et métiers (EI-CNAM).
 Chercheur associé au Laboratoire de mécanique et de physique (LMP) de l'université de Bordeaux à l'Institut de mécanique et d'ingénierie (I2M), docteur en mécanique et membre du Groupe de recherche en tolérancement (GRT).
 Expert français AFNOR-ISO à l'international au Comité technique 213 (ISO-GPS), à l'UNM 08 (Spécification) et à l'UNM 09 (Vérification).
 Expert français AFNOR au Comité technique X50 (Management par la valeur – Analyse fonctionnelle),
 Fondateur et CEO du cabinet de conseil et de formation CFC-Technic.

Conventions utilisées

L'auteur utilise les « marqueurs » présentés ci-après pour souligner des textes ou donner des recommandations particulières.

Attention particulière

Point important

 Lecture et écriture interdite

 Écriture interdite

 Écriture dangereuse

 Écriture recommandée

[ISO 8015:2011]

5.1 Principe d'indépendance

Norme ISO de référence

Table des matières

Remerciements	3
Conventions utilisées.....	5
Préface	13
Introduction	15
La spécification géométrique des produits : un enjeu stratégique	15
Les normes de spécification géométrique des produits et leur élaboration.....	15
Les normes de spécification géométrique des produits et le mémento	17
1. La spécification ISO-GPS	21
Qu'est-ce que le GPS ?	23
Introduction	23
Spécification et vérification.....	24
Conformité	25
Les types de normes	26
Termes et définitions	27
Les trois concepts du tolérancement ISO-GPS.....	27
Principe d'indépendance.....	27
Principe d'invocation	28
Principe de l'élément	28
Principe de responsabilité	29
Principe de la pièce rigide	29
Principe de l'assemblage	29
Élément intégral.....	30
Élément dérivé.....	31
Élément idéal.....	32
Élément non idéal	32
Élément de situation.....	32
Le modèle et ses concepts	33
Généralités.....	33
Les opérations	34
Généralités.....	34
La partition	34
L'extraction.....	34
Le filtrage	34
L'association.....	35
La collection	35
La construction	35
Opérateur.....	36

2. La spécification par dimension	37
Qu'est-ce qu'une dimension ?	39
Définition.....	39
Taille linéaire	40
Taille angulaire.....	40
Taille linéaire	41
Taille locale réelle.....	41
Modificateur (LP).....	42
Modificateur (LS).....	43
Modificateur (GN).....	44
Modificateur (GX).....	44
Modificateur (GG).....	45
Modificateur (GC).....	45
Modificateur (CC).....	46
Modificateur (CA).....	47
Modificateur (CV).....	48
Modificateurs (SX) (SM) (SA) (SD) (SN) (SR).....	49
Modificateurs (SN) (SX).....	50
Modificateurs (SA) (SM).....	51
Modificateurs (SD) (SR).....	51
Taille ou distance linéaire ?	52
Définition.....	52
Taille angulaire	53
Taille locale angulaire.....	53
Modificateurs (LC) (LG) (GG) (GC).....	54
Processus de lecture (décodage)	55
Spécification globale	55
Lecture	55
3. Les références	57
Qu'est-ce qu'un système de références spécifiées ?	59
Généralités.....	59
Les éléments de référence	60
Définition.....	60
Le patin.....	61
Les références spécifiées	62
Définition.....	62
Processus d'élaboration d'une référence spécifiée	64
Définition du PERS	64
Référence spécifiée simple	67
Système de références spécifiées.....	68

Référence spécifiée commune	69
Référence partielle	71
Modificateurs pour références spécifiées	73
Règle 2.A	77
Règle 2.B	77
Règle 2.C	78
Règle 2.D	78
Modifier les critères d'association	82
4. La spécification par zone	85
Qu'est-ce qu'une zone ?	87
Définition	87
Zones de tolérance volumiques	89
Zones de tolérance surfaciques	91
Syntaxe associée à la flèche	93
Orientation de la flèche	94
Caractéristique	95
Structure d'une spécification par zone	96
Cadre de tolérance	96
Autres éléments autour du cadre	96
Les modificateurs	98
Zone de tolérance variable $y \leftrightarrow z$	105
Restreindre une zone de tolérance	105
Étendre une zone de tolérance	106
UF [élément unifié]	107
Symboles	108
Contrainte de la zone de tolérance	109
Non-contrainte de la zone de tolérance	110
Dimensions théoriques exactes (TED)	111
Ordres des références	112
Processus global de décodage	113
Position	114
Orientation, Battement	115
Forme	116
Synthèse	117
Symboles pour les caractéristiques géométriques	118
Spécifications intrinsèques et relatives	118
Spécifications intrinsèques	118
Spécifications relatives	121
Collection d'éléments	128
CZ [zone combinée]	128
Simi [exigence simultanée n° i]	132
Groupe d'éléments à niveaux multiples	132
Indication des cas par défaut	133
Pour l'association	133

Pour la caractéristique	134
T total	134
P pic	134
V vallée (creux)	135
Cas par défaut	136
Pourquoi un élément prolongé ?	137
Assemblage vissé	137
Qu'est-ce qu'une pièce non rigide ?	139
Définition	139
Indication	139
Principe	140
Exemple	140
Qu'est-ce qu'un assemblage mobile ?	141
Définition	141
Indication de la direction de la gravité	141
Exemple	142
Spécification d'une arête	143
Définition	143
Conversion	145
Tolérances générales	146
Définition	146
Exemple	146
5. La spécification par gabarit	147
Qu'est-ce qu'un gabarit ?	149
Définition	149
Jeu entre un arbre et un alésage	150
Jeu minimal entre deux pièces	150
Jeu minimal entre deux pièces (synthèse)	155
Jeu minimal entre deux paliers fonctionnels	155
Jeu minimal / « axe » contraint en orientation	157
Jeu maximal / « axe » contraint en orientation	161
Jeu dans la liaison	163
Diagramme	168
Diagramme de tolérance dynamique	168
6. Un lien vers la métrologie	169
Qu'est-ce que la métrologie ?	171
Définition	171
Méthode de contrôle sur MMT	172
Principe de mesurage par coordonnées	172
Mesure (contrôle) sur MMT	174
Méthode de contrôle conventionnel	175
Objectif	175
Mesure (contrôle) appliquée à un cas	175
Choix du moyen	176

Principes de déclaration de conformité (sauf accord client)	177
Définition.....	177
Conformité	177
Non-conformité	178
Bibliographie	181
Postfaces	183
Glossaire	185
Index	187

Préface

La spécification géométrique des produits est une évolution fondamentale des outils du mécanicien.

Après de nombreuses évolutions incrémentales, la cotation des produits et des pièces mécaniques a été repensée globalement pour répondre aux nouvelles exigences techniques et économiques, participant ainsi directement à la compétitivité des entreprises.

Dès son introduction, alors même que les derniers travaux des commissions de normalisation internationales n'étaient pas encore officialisés, l'Éducation nationale s'est intéressée à ce concept et a mis en place un plan de formation ambitieux, aboutissant à la rédaction de documents didactiques expliquant ces nouvelles normes et à la formation d'experts académiques, en charge de la formation de leurs collègues.

Plus de dix années après cette innovation et son intégration dans les enseignements officiels, l'Éducation nationale reste sans doute le principal vecteur de développement de ce concept dans l'industrie, en particulier dans le monde des petites et moyennes entreprises. Dans leur parcours de formation professionnelle dédié aux métiers de la mécanique, les élèves découvrent les bases de la cotation et apprennent à décoder, sans ambiguïté, des spécifications qui sont utilisées tout au long du cycle de conception, de réalisation et de contrôle d'un produit. Actuellement, les recherches didactiques et pédagogiques se poursuivent au sein de l'Éducation nationale sur ce thème, en s'intéressant principalement aux méthodes d'écriture des spécifications d'une pièce ou d'un mécanisme.

Ce mémento participe ainsi pleinement aux efforts de pédagogie développés par l'Éducation nationale pour faciliter la compréhension de ce concept et rassembler, dans un document facile à consulter, les derniers développements des normes de tolérancement qui poursuivent leur évolution. Il faut donc en remercier l'auteur, les relecteurs et partenaires qui auront permis son édition.

Dominique Taraud,
Inspecteur général de l'Éducation nationale,
Groupe Sciences et techniques industrielles.

Introduction

LA SPÉCIFICATION GÉOMÉTRIQUE DES PRODUITS : UN ENJEU STRATÉGIQUE

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 normalisation constitue un outil de communication avec les différents acteurs (les utilisateurs, les concepteurs produit, les concepteurs méthode, les fabricants, les pouvoirs publics et tous les autres partenaires). Les différentes normes sont élaborées, par consensus, par l'ensemble des acteurs du marché au travers de groupes de travail dans les bureaux de la normalisation. 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 volontaire explique que certaines entreprises n'y adhèrent pas de façon systématique. La démarche normative liée à la spécification géométrique des produits s'efforce de donner des outils permettant de répondre à des problématiques de conception, de production et de métrologie.

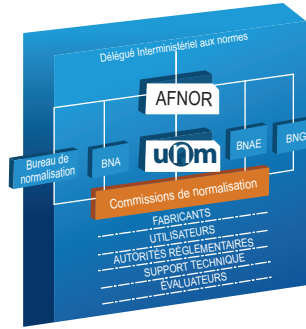
Mettre en place une spécification sur la surface d'une pièce est une déclaration d'engagement sur les variations de la surface réelle, mais surtout un témoignage de l'analyse fonctionnelle technique, et de tous les outils périphériques (chaînes de cotes, gravité...).

LES NORMES DE SPÉCIFICATION GÉOMÉTRIQUE DES PRODUITS ET LEUR ÉLABORATION

Une norme est un document de référence approuvé par un institut de normalisation reconnu (en France, l'AFNOR). Elle est élaborée par consensus de l'ensemble des acteurs économiques volontaires au sein de bureaux de normalisation.

Au niveau français, sous la tutelle du délégué interministériel aux normes, l'AFNOR coordonne l'activité des bureaux de normalisation qui animent les commissions de normalisation de leur domaine de compétences. Pour la mécanique, le caoutchouc et l'acier, l'UNM anime un réseau d'experts nommés par ses partenaires pour préparer les normes. Chaque commission peut agir sur les trois niveaux du système : français (élaboration des normes françaises NF), européen et international (établissement des contributions et positions françaises en vue de l'élaboration de normes européennes EN ou internationales ISO).

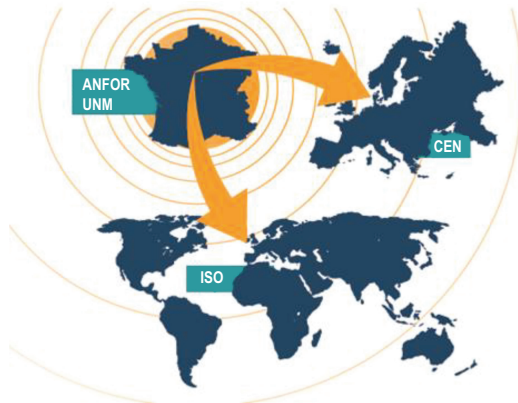
* Contribution de l'Union de normalisation de la mécanique (UNM), UNM, Maison de la mécanique, 92038 Paris-La Défense Cedex - www.unm.fr.



Organisation française de la normalisation

Les commissions UNM 08 « GPS – Spécification », UNM 09 « GPS – Mesure » et UNM 10 « GPS – États de surface » rassemblent les grands donneurs d'ordre, les centres de compétences, les établissements d'enseignement et les fabricants de matériel de mesure dimensionnelle afin de mettre au point les normes de spécification géométrique des produits. L'activité de normalisation de ce domaine se déroule au plan international (ISO/TC 213) et les normes ISO sont intégralement reprises en normes européennes et françaises.

Les normes de spécification géométrique des produits constituent un moyen de communication par lequel concepteurs, ingénieurs de production et métrologues échangent une information non ambiguë sur les tolérances admissibles des pièces. Elles permettent notamment de décoder les plans et de vérifier la conformité des pièces à la spécification.



Contexte normatif international, européen et national

Dans un contexte d'échanges internationaux, les relations clients-fournisseurs doivent être les plus claires possible et le langage GPS en est la clé. Ces normes

sont élaborées avec la contribution d'experts de toutes les régions du monde ; elles sont en permanente évolution pour refléter les pratiques industrielles et les dernières recherches scientifiques. Elles peuvent donc être utilisées en toute confiance.

LES NORMES DE SPÉCIFICATION GÉOMÉTRIQUE DES PRODUITS ET LE MÉMENTO

Ce mémento synthétise vingt-trois normes importantes en six chapitres, les plus récentes étant tout juste homologuées. Quatre parties en constituent le « noyau dur » : la spécification par dimension, les références, la spécification par zone et la spécification par gabarit. Les révisions de la norme et de son amendement 5459 au stade de projet (DIS2 5459:2017, FDAmd1:2023 indiquées par un astérisque ci-après) sont proposées pour introduire le modificateur DF et les tailles fixes et variables. Quatre nouvelles normes importantes sur deux opérations, la partition et l'association renforcent la robustesse des normes du système ISO GPS.

[ISO 1101:2017]

Spécification géométrique des produits (GPS) – Tolérancement géométrique – Tolérancement de forme, orientation, position et battement

[ISO 1660:2017]

Spécification géométrique des produits (GPS) – Tolérancement géométrique – Tolérancement des profils

[ISO 2692:2021]

Spécification géométrique des produits (GPS) – Tolérancement géométrique – Exigence du maximum de matière (MMR), exigence du minimum de matière (LMR) et exigence de réciprocité (RPR)

[ISO 3040:2016]

Spécification géométrique des produits (GPS) – Cotation et tolérancement – Cônes

[ISO 4351:2023]

Spécification géométrique des produits (GPS) – Association

[ISO 5458:2018]

Spécification géométrique des produits (GPS) – Tolérancement géométrique – Spécification géométrique de groupes d'éléments et spécification géométrique combinée

[ISO 5459:2011/FDAmd1:2023 (et ISO/DIS2:2017)]

FDAmd1 projet d'amendement – Spécification géométrique des produits (GPS) – Tolérancement géométrique – Références spécifiées et systèmes de références spécifiées

[ISO 8015:2011 (et ISO/WD 8015:2020*)]

Spécification géométrique des produits (GPS) – Principes fondamentaux – Concepts, principes et règles

[ISO 10579:2010 / Cor1:2011]

Spécification géométrique des produits (GPS) – Cotation et tolérancement – Pièces non rigides

[ISO 13715:2017]

Documentation technique de produits – Arêtes de forme non définie – Indication et cotation

[ISO 14253-1:2017]

Spécification géométrique des produits (GPS) – Vérification par la mesure des pièces et des équipements de mesure – Partie 1 : Règles de décision pour contrôler la conformité ou la non-conformité à la spécification

[ISO 14405-1:2016 (et ISO/CD 14405-1 juin 2023)]

Spécification géométrique des produits (GPS) – Tolérancement dimensionnel – Partie 1 : Tailles linéaires

[ISO 14405-2:2018]

Spécification géométrique des produits (GPS) – Tolérancement dimensionnel – Partie 2 : Dimensions autres que tailles linéaires ou angulaires

[ISO 14405-3:2016]

Spécification géométrique des produits (GPS) – Tolérancement dimensionnel – Partie 3 : Tailles angulaires

[ISO 14638:2015]

Spécification géométrique des produits (GPS) – Modèle de matrice

[ISO 17450-1:2011]

Spécification géométrique des produits (GPS) – Concepts généraux – Partie 1 : Modèle pour la spécification et la vérification géométrique

[ISO 17450-2:2012]

Spécification géométrique des produits (GPS) – Concepts généraux – Partie 2 : Principes de base, spécifications, opérateurs, incertitudes et ambiguïtés

[ISO 17450-3:2016]

Spécification géométrique des produits (GPS) – Concepts généraux – Partie 3 :
Éléments tolérancés

[ISO 17450-4:2017]

Spécification géométrique des produits (GPS) – Concepts généraux – Partie 4 :
Caractéristiques géométriques pour la quantification des écarts GPS

[ISO/TS 17863:2013]

Spécification géométrique des produits (GPS) – Tolérancement des assemblages
mobiles

[ISO 18183-1:2023]

Spécification géométrique des produits (GPS) – Partition – Partie 1 : Vocabulaire
et concepts de base

[ISO 18183-2:2023]

Spécification géométrique des produits (GPS) – Partition – Partie 2 : Modèle nominal

[ISO 18183-3:2023]

Spécification géométrique des produits (GPS) – Partition – Partie 3 : Méthodes
utilisées pour la spécification et la vérification

[ISO/CD 20223:2023]

Documentation technique du produit (DPT) – Représentation et identification des
éléments de situation

[ISO 21204:2020]

Spécification géométrique des produits (GPS) – Spécification de transition

[ISO 22081:2021]

Spécification géométrique des produits (GPS) – Tolérancement géométrique –
Spécifications géométriques générales et spécifications de taille générales

[ISO 22432:2011]

Spécification géométrique des produits (GPS) – Éléments utilisés en spécification
et vérification

[ISO 25378:2011]

Spécification géométrique des produits (GPS) – Caractéristiques et
conditions – Définitions

La spécification ISO-GPS

Qu'est-ce que le GPS ?

INTRODUCTION

La spécification géométrique des produits, symbolisée par le sigle GPS (*Geometrical Product Specification*), consiste à définir, au travers d'un dessin de définition, la forme (géométrie), les dimensions et les caractéristiques de surfaces d'une pièce qui en assurent un fonctionnement optimal, ainsi que la dispersion autour de cet optimal pour laquelle la fonction est toujours satisfaite.

La fabrication produit des pièces qui ne sont pas parfaites et qui présentent des écarts par rapport à l'optimal, d'une part, et d'une pièce à l'autre, d'autre part.

Ces pièces seront mesurées afin de les comparer à la spécification.

Il est nécessaire de pouvoir relier :

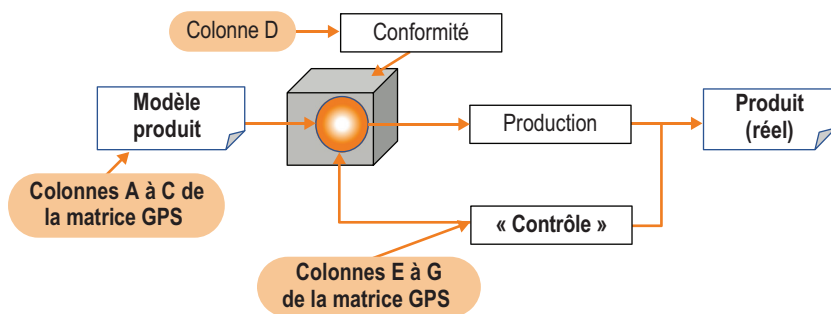
- la pièce imaginée par le concepteur ;
- la pièce fabriquée ;
- la connaissance de la pièce obtenue par mesurage, de la pièce effective.

Pour que cette relation puisse se faire et pour permettre une compréhension mutuelle, des normes ont été développées dans le domaine GPS, traitant des définitions de base, de la représentation symbolique, des principes de mesures, etc.

[ISO 14638:2017]

Spécification géométrique des produits (GPS)
Schéma directeur

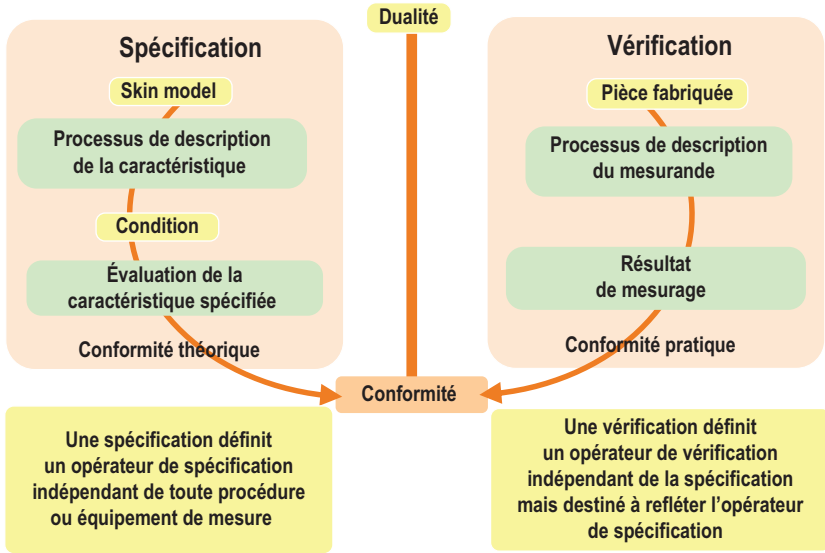
SPÉCIFICATION ET VÉRIFICATION



Matrice réduite des chaînes de normes GPS générales							
Caractéristique géométrique de l'élément	Maillon n°						
	A	B	C	D	E	F	G
	Indication dans la documentation du produit – Codification	Définitions des tolérances – Définition théorique et valeurs	Définitions des caractéristiques ou paramètres de l'élément extrait	Conformité et non-conformité	Évaluation des écarts de la pièce – Comparaison avec les limites de la tolérance	Exigence pour l'équipement de mesure	Exigence d'étalonnage – Étalon d'étalonnage
	<p style="text-align: center;">Spécification</p> <p>A. Dessin technique Il définit des éléments théoriques parfaits à l'aide de symboles et les règles d'utilisation de ces derniers. Ces éléments théoriques correspondent à la forme optimale pour remplir la fonction de la pièce à réaliser.</p> <p>B. Tolérances Elles définissent les limites entre lesquelles les pièces réelles devront se trouver pour que la fonction soit remplie.</p> <p>C. Paramètres et caractéristiques Ils définissent l'écart entre l'élément géométrique réel et l'élément théorique et vont permettre de comparer cet écart à la tolérance. La méthode de calcul de ceux-ci, le cas échéant, doit être définie sans ambiguïté.</p>			<p>D. Conformité et non-conformité Il définit les exigences pour la comparaison entre les exigences de spécification et les résultats de la vérification.</p>	<p style="text-align: center;">Vérification</p> <p>E. Comparaison des écarts à la tolérance Ce maillon définit les conditions d'acceptation.</p> <p>F. Appareils de mesure Ce maillon définit les caractéristiques des appareils de mesure. Il doit permettre aux constructeurs de fournir des appareils donnant des résultats comparables et aux utilisateurs d'évaluer l'incertitude de mesure.</p> <p>G. Étalonnage Raccordement à l'unité de référence. Procédure d'étalonnage à utiliser et caractéristiques des étalons. Méthodes d'estimation de l'incertitude de mesure.</p>		

[ISO 14638:2015]

CONFORMITÉ



[ISO 8015:2011]

5.10 Principe de dualité

