
**Spécification géométrique des produits
(GPS) — Concepts généraux —**

Partie 1:

**Modèle pour la spécification et la
vérification géométriques**

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

*Geometrical product specifications (GPS) — General concepts —
Part 1: Model for geometrical specification and verification*

[ISO/TS 17450-1:2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3bdd1ebe-4133-4410-a7a0-c4fcfab36263/iso-ts-17450-1-2005)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3bdd1ebe-4133-4410-a7a0-
c4fcfab36263/iso-ts-17450-1-2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3bdd1ebe-4133-4410-a7a0-c4fcfab36263/iso-ts-17450-1-2005)



PDF – Exonération de responsabilité

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO/TS 17450-1:2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3bdd1ebe-4133-4410-a7a0-c4fcfab36263/iso-ts-17450-1-2005)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3bdd1ebe-4133-4410-a7a0-c4fcfab36263/iso-ts-17450-1-2005>

© ISO 2005

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax. + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
Introduction.....	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Application et perspectives	5
5 Généralités	5
6 Éléments	7
6.1 Généralités	7
6.2 Éléments idéaux	7
6.3 Éléments non idéaux	9
7 Caractéristiques	10
7.1 Généralités	10
7.2 Caractéristiques intrinsèques des éléments idéaux	10
7.3 Caractéristiques de situation entre éléments idéaux	10
7.4 Caractéristiques de situation entre éléments idéaux et non idéaux	12
8 Opérations	13
8.1 Opérations d'identification des éléments	13
8.2 Évaluation	17
9 Spécifications	17
9.1 Généralités	17
9.2 Spécification par dimension	17
9.3 Spécification par zone	18
9.4 Écart	19
10 Vérification	19
Annexe A (informative) Exemples d'application à l'ISO 1101	21
Annexe B (informative) Symboles mathématiques et définitions	34
Annexe C (informative) Comparaison entre tolérancement et métrologie	46
Annexe D (informative) Diagramme conceptuel pour les caractéristiques	48
Annexe E (informative) Relation avec la matrice GPS	49
Bibliographie	50

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comité membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

Dans d'autres circonstances, en particulier lorsqu'il existe une demande urgente du marché, un comité technique peut décider de publier d'autres types de documents normatifs:

- une Spécification publiquement disponible ISO (ISO/PAS) représente un accord entre les experts dans un groupe de travail ISO et est acceptée pour publication si elle est approuvée par plus de 50 % des membres votants du comité dont relève le groupe de travail;
- une Spécification technique ISO (ISO/TS) représente un accord entre les membres d'un comité technique et est acceptée pour publication si elle est approuvée par 2/3 des membres votants du comité.

Une ISO/PAS ou ISO/TS fait l'objet d'un examen après trois ans afin de décider si elle est confirmée pour trois nouvelles années, révisée pour devenir une Norme internationale, ou annulée. Lorsqu'une ISO/PAS ou ISO/TS a été confirmée, elle fait l'objet d'un nouvel examen après trois ans qui décidera soit de sa transformation en Norme internationale soit de son annulation.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments de la présente Spécification technique peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

La Spécification technique ISO/TS 17450-1 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 213, *Spécifications et vérification dimensionnelles et géométriques des produits*.

L'ISO/TS 17450 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Spécification géométrique des produits (GPS) — Concepts généraux*:

- *Partie 1: Modèle pour la spécification et la vérification géométriques*
- *Partie 2: Principes de base, spécifications, opérateurs et incertitudes*

Introduction

La présente partie de l'ISO/TS 17450 est un document sur la spécification géométrique des produits (GPS) qui doit être considérée comme un document GPS global (voir l'ISO/TR 14638). Elle influence tous les maillons de toutes les chaînes de normes de la matrice générale GPS.

Pour de plus amples informations sur les relations de la présente partie de l'ISO/TS 17450 avec les autres normes et la matrice GPS, voir l'annexe E.

Dans un environnement de marché de globalisation croissante, les échanges d'informations techniques sur les produits sont très importants, et le besoin d'exprimer de façon non ambiguë la géométrie des pièces mécaniques est très urgent.

Par conséquent, la codification des spécifications associée à la macrogéométrie et à la microgéométrie des pièces doit être sans ambiguïté et complète afin de limiter les variations géométriques fonctionnelles des pièces; de plus, il convient que le langage soit compatible avec les systèmes de XAO.

L'ISO/TC 213 a pour objectif de fournir des outils dans le cadre d'une approche globale et descendante de la spécification géométrique des produits. Ces outils constituent la base de nouvelles normes, permettant un langage commun en matière de définition géométrique, utilisable en conception (assemblages et pièces individuelles), en fabrication et en contrôle (incluant la description de la méthode de mesure), et ce, quel que soit le support utilisé (dessin papier, dessin numérique, échange de données). Ces outils sont basés sur les caractéristiques d'éléments, sur les contraintes entre ces éléments et sur les opérations d'identification des éléments utilisées lors de la création de différents éléments géométriques.

[ISO/TS 17450-1:2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3bdd1ebe-4133-4410-a7a0-c4fcfab36263/iso-ts-17450-1-2005)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3bdd1ebe-4133-4410-a7a0-c4fcfab36263/iso-ts-17450-1-2005>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO/TS 17450-1:2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3bdd1ebe-4133-4410-a7a0-c4fcfab36263/iso-ts-17450-1-2005)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3bdd1ebe-4133-4410-a7a0-c4fcfab36263/iso-ts-17450-1-2005>

Spécification géométrique des produits (GPS) — Concepts généraux —

Partie 1: Modèle pour la spécification et la vérification géométriques

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO/TS 17450 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.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 14660-1:1999, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Éléments géométriques — Partie 1: Termes généraux et définitions*

Vocabulaire international des termes fondamentaux et généraux de métrologie (VIM). BIPM, CEI, FICC, ISO, OIML UICPA, UIPPA, 2^e édition, 1993

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 14660-1 et le VIM, ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1

élément associé

élément idéal établi à partir d'un modèle de la surface non idéale («skin modèle») ou d'une surface réelle et obtenu par une opération d'association

NOTE La relation entre ce terme et l'ISO 14660-1 est donnée à la Figure 1.

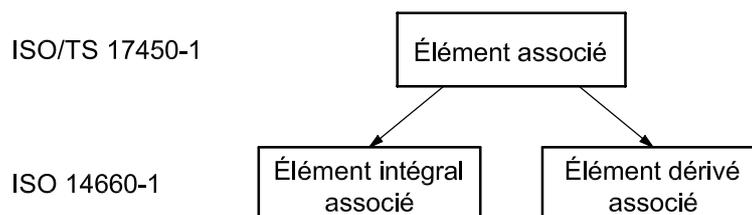


Figure 1 — Relations avec le terme «élément associé»

3.2

association

opération utilisée pour ajuster un(des) élément(s) idéal(aux) à un(des) élément(s) non idéal(aux) selon un critère

NOTE Voir 8.1.5.

3.3

élément borné

élément contenu dans une sphère de rayon fini

3.4

caractéristique

propriété simple de un(plusieurs) élément(s), exprimée en unités de longueur ou d'angle

NOTE Voir annexe D.

3.5

collection

opération utilisée pour identifier plusieurs éléments ensemble, conformément à la fonction de la pièce

NOTE Voir 8.1.6.

3.6

construction

opération utilisée pour construire un(des) élément(s) idéal(aux) à partir d'autres éléments idéaux selon des contraintes

NOTE Voir 8.1.7.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

3.7

écart

différence entre la valeur d'une caractéristique obtenue à partir du modèle de la surface non idéale («skin modèle») et la valeur nominale correspondante

ISO/TS 17450-1:2005
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3bdd1e8e-4133-4410-a7a0-c4fcfab36263/iso-ts-17450-1-2005>

3.8

évaluation

opération utilisée pour identifier soit la valeur d'une caractéristique, soit sa valeur nominale et sa (ses) limite(s)

NOTE Voir 8.2.

3.9

extraction

opération utilisée pour identifier des points spécifiques à partir d'un élément non idéal

NOTE Voir 8.1.3.

3.10

élément

élément géométrique

point, ligne ou surface

[ISO 14660-1]

3.11

opération d'identification des éléments

outil spécifique permettant de générer des éléments

3.12

filtrage

opération utilisée pour créer un élément non idéal en réduisant le niveau d'information d'un élément non idéal

NOTE Voir 8.1.4.

3.13**élément idéal**

élément défini par une équation paramétrée

NOTE L'expression de l'équation paramétrée dépend du type de l'élément idéal et des caractéristiques intrinsèques.

3.14**caractéristique intrinsèque**

caractéristique d'un élément idéal

NOTE 1 Voir 7.2.

NOTE 2 Les éléments idéaux n'ont que des caractéristiques dimensionnelles comme caractéristiques intrinsèques.

NOTE 3 Les caractéristiques intrinsèques sont les paramètres de l'équation paramétrée de l'élément idéal.

3.15**classe d'invariance**

groupe des éléments idéaux définis par le même degré d'invariance

3.16**degré d'invariance d'un élément idéal**

déplacement(s) d'un élément idéal pour le(s)quel(s) l'élément reste identique dans l'espace

NOTE Il correspond au degré de liberté utilisé en cinématique.

3.17**élément nominal**

élément idéal indépendant du modèle de la surface non idéale («skin modèle»)

NOTE La relation entre ce terme et l'ISO 14660-1 est donnée à la Figure 2.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3bdd1ebe-4133-4410-a7a0-c4fcfab36263/iso-ts-17450-1-2005>

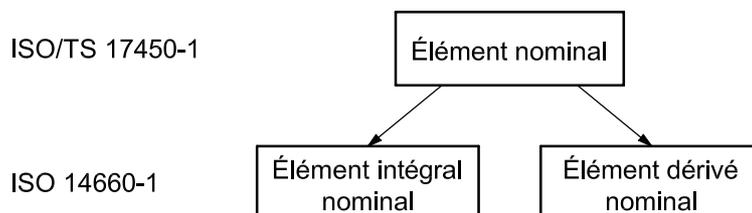


Figure 2 — Relations avec le terme «élément nominal»

3.18**modèle nominal**

modèle de la pièce de forme parfaite défini par le concepteur (intention du concepteur)

3.19**élément non idéal**

élément imparfait totalement dépendant du modèle de la surface non idéale («skin modèle»)

3.20**opération**

outil spécifique permettant de générer des éléments, des valeurs de caractéristiques, leur valeur nominale et leur(s) limite(s)

3.21
partition
opération utilisée pour identifier un(des) élément(s) borné(s) à partir d'élément(s) non idéal(aux) ou d'élément(s) idéal(aux)

NOTE Voir 8.1.2.

3.22
surface réelle d'une pièce
ensemble des éléments qui existent physiquement et séparent la totalité de la pièce de son environnement

[ISO 14660-1]

3.23
caractéristique de situation
caractéristique définissant la position ou l'orientation relative entre deux éléments

3.24
caractéristique de situation entre éléments idéaux
caractéristique définissant la position ou l'orientation relative entre deux éléments de situation

3.25
caractéristique de situation entre éléments non idéaux et éléments idéaux
caractéristique définissant la position relative entre un élément non idéal et un élément idéal

3.26
élément de situation
élément de type point, droite, plan ou hélice qui permet de définir la position et/ou l'orientation d'un élément

3.27
modèle de la surface non idéale (d'une pièce)
skin modèle (d'une pièce)
modèle de l'interface physique de la pièce avec son environnement

NOTE Voir article 5.

3.28
spécification
expression des limites tolérées d'une caractéristique

3.29
spécification par dimension
spécification qui limite la valeur tolérée d'une caractéristique intrinsèque ou d'une caractéristique de situation entre éléments idéaux

3.30
spécification par zone
spécification qui limite la variation tolérée d'un élément non idéal à l'intérieur d'un espace limité par un élément idéal ou des éléments idéaux

3.31
type (d'un élément idéal)
nom attribué à un ensemble de formes d'un élément idéal

NOTE 1 Voir Tableaux 2 et 3.

NOTE 2 Un élément particulier peut être défini à partir d'un type d'élément idéal, en lui attribuant une(des) valeur(s) de caractéristique(s) intrinsèque(s).

NOTE 3 Le type définit l'équation paramétrée de l'élément idéal.

3.32**élément non borné**

élément qui ne peut être contenu dans une sphère de rayon fini

3.33**variation**

phénomène faisant que la valeur prise par une caractéristique n'est pas constante pour un élément individuel ou un ensemble de pièces

4 Application et perspectives

4.1 Le modèle proposé dans la présente partie de l'ISO/TS 17450 vise à

- a) exprimer les concepts fondamentaux sur lesquels la spécification géométrique des pièces peut être basée, en mettant en œuvre une approche globale incluant tous les outils géométriques (par exemple les opérations) utilisés dans le GPS;
- b) proposer une mathématisation des concepts (voir annexe B), afin de faciliter l'intégration des données de normalisation par
 - les concepteurs de logiciels pour systèmes de CAO,
 - les concepteurs de logiciels de calcul d'algorithmes utilisés en métrologie,
 - les réalisateurs de normes STEP (échange de données numériques entre systèmes de CAO).

4.2 La présente partie de l'ISO/TS 17450 n'est pas destinée à être utilisée directement comme un outil normatif pour spécifier la géométrie d'une pièce mais comme un outil de base pour réviser et compléter les normes existantes selon une approche unifiée et systématique, afin

- a) de fournir un langage GPS non ambigu, pour être compris et utilisé par les personnes concernées par la conception, la fabrication et le contrôle;
- b) d'identifier correctement les éléments, les caractéristiques et les règles permettant
 - de proposer des définitions par défaut, par exemple la définition d'une surface des moindres carrés,
 - de proposer des règles pour exprimer des définitions non par défaut (définitions spéciales),
 - de proposer une symbolique simplifiée,
 - de développer des règles cohérentes pour l'évaluation des écarts et pour les méthodes de mesure — les outils proposés permettent de définir sans aucune ambiguïté la grandeur à évaluer pour chaque caractéristique et de décrire explicitement la séquence de mesure — et
 - d'utiliser des outils statistiques — comme chaque caractéristique est définie sans aucune ambiguïté, il est possible de la considérer comme déterministe ou statistique (par exemple maîtrise statistique des procédés ou analyse statistique des tolérances fonctionnelles).

5 Généralités

La spécification géométrique constitue l'étape de conception destinée à établir l'étendue des écarts tolérés d'un ensemble de caractéristiques d'une pièce donnée, satisfaisant aux exigences de performance fonctionnelle de la pièce (besoin fonctionnel). Elle définit également un niveau de qualité en adéquation avec le processus de fabrication, les limites tolérées pour la fabrication, ainsi que les critères satisfaisant à la décision de conformité de la pièce (voir Figure 3).



Figure 3 — Relation entre besoin fonctionnel et spécification géométrique

Le concepteur définit en premier lieu une «pièce» de géométrie parfaite avec une forme et des dimensions adaptées aux fonctions du mécanisme. Cette «pièce» de géométrie parfaite est appelée le modèle nominal (voir Figure 4).

Cette première étape permet d’élaborer une représentation de la pièce avec seulement des valeurs nominales, qui sont impossibles à réaliser ou à contrôler (tout processus de fabrication ou de mesure possède sa propre dispersion ou incertitude).

La surface réelle de la pièce, qui est l’interface physique de la pièce avec son environnement, possède une géométrie imparfaite; il est impossible d’appréhender totalement les variations dimensionnelles de la surface réelle de la pièce afin de saisir l’intégralité de l’étendue des variations.

À partir de la géométrie nominale, le concepteur imagine un modèle de cette surface réelle, représentant les variations possibles de la surface réelle de la pièce. Ce modèle représentant la géométrie imparfaite de la pièce est appelé le modèle de la surface non idéale («skin modèle») (voir Figure 5).

Le modèle de la surface non idéale («skin modèle») est utilisé pour simuler des variations de la surface au niveau conceptuel. Avec ce modèle, le concepteur pourra optimiser les valeurs de limites maximales tolérées pour lesquelles la fonction est dégradée mais toujours assurée. Ces valeurs de limites maximales tolérées définissent les tolérances de chaque caractéristique de la pièce.

NOTE La présente partie de l’ISO/TS 17450 n’inclut pas la méthodologie pour évaluer la corrélation entre la spécification géométrique et les spécifications fonctionnelles.

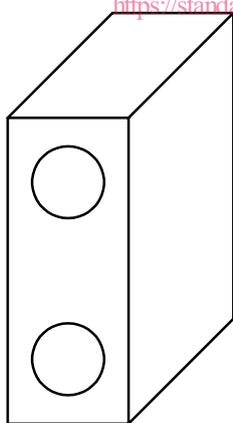


Figure 4 — Modèle nominal

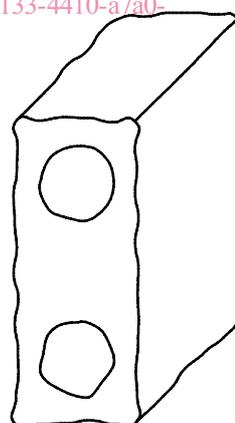


Figure 5 — Modèle de la surface non idéale («skin modèle»)

La vérification constitue l’étape de la fabrication où un métrologue détermine si la surface réelle d’une pièce est conforme à l’étendue des écarts possibles qui ont été spécifiés.

La définition de cet écart géométrique est utilisée pour adapter le processus de fabrication.

Le métrologue commence par lire la spécification prenant en compte le modèle de la surface non idéale («skin modèle»), pour connaître les caractéristiques spécifiées. À partir de la surface réelle de la pièce, il définit les étapes élémentaires de la procédure de vérification, en fonction des équipements de mesure.

La conformité est alors prouvée en comparant les caractéristiques spécifiées avec les résultats de mesure (voir Figure 6).



Figure 6 — Relation entre spécification géométrique et résultat de mesure

6 Éléments

6.1 Généralités

Conformément à la définition d'un élément, sa nature est ponctuelle, linéique ou surfacique.

Deux types d'éléments peuvent être distingués:

- a) les éléments idéaux (voir 6.2);
- b) les éléments non idéaux (voir 6.3).

6.2 Éléments idéaux

6.2.1 Les éléments idéaux sont définis par leur type et leurs caractéristiques intrinsèques.

Un élément est généralement nommé par son type par exemple droite, plan, cylindre, cône, sphère, tore, etc.

Les caractéristiques sont définies à l'article 7. Une caractéristique est, par exemple, le diamètre d'un cylindre, la distance entre un plan et le centre d'une sphère ou l'angle entre l'axe d'un cylindre et un plan, etc.

6.2.2 Les éléments idéaux utilisés pour définir le modèle nominal sont appelés éléments nominaux. Ils sont indépendants du modèle de la surface non idéale («skin modèle»).

Les éléments idéaux, dont les caractéristiques dépendent du modèle de la surface non idéale («skin modèle»), sont appelés éléments associés.

Par exemple, le modèle nominal présenté à la Figure 7 est constitué de plusieurs éléments idéaux de types plan et cylindre. La position et l'orientation entre les éléments sont données par les caractéristiques de situation, et les diamètres des cylindres sont donnés par les caractéristiques intrinsèques (voir article 7).

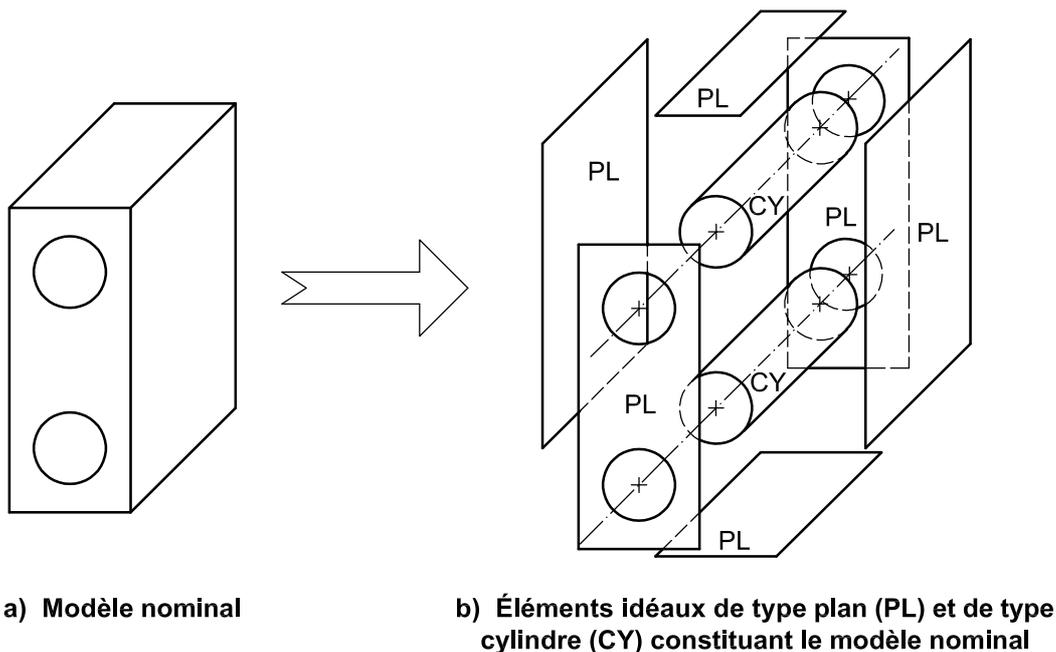


Figure 7 — Constitution du modèle nominal

6.2.3 Les éléments idéaux peuvent être bornés ou non par des limites idéales (exemples: les éléments nominaux sont bornés, les éléments associés sont bornés ou non bornés).

6.2.4 Tous les éléments idéaux appartiennent à l'une des sept classes d'invariance définies dans le Tableau 1.

Tableau 1 — Classes d'invariance

Classe d'invariance ^a	Degré d'invariance ^b
complexe	Aucun
prismatique	1 translation selon une droite
de révolution	1 rotation autour d'une droite
hélicoïdale	1 translation selon une droite et 1 rotation combinée autour de la même droite
cylindrique	1 translation selon une droite et 1 rotation autour de la même droite
plane	1 rotation autour d'une droite et 2 translations dans un plan perpendiculaire à cette droite
sphérique	3 rotations autour d'un point

^a Telle que définie en 3.15.
^b Tel que défini en 3.16.

EXEMPLE 1 Un cylindre est invariant soit par translation selon son axe, soit par rotation autour de son axe; il appartient à la classe d'invariance cylindrique.

EXEMPLE 2 Un cône est invariant par rotation autour de son axe; il appartient à la classe d'invariance de révolution.

EXEMPLE 3 Un prisme de section elliptique est invariant par translation selon une droite; il appartient à la classe d'invariance prismatique.

6.2.5 Pour chaque élément idéal il est possible de définir un ou plusieurs éléments de situation: un élément de situation est un élément idéal, de type point, droite, plan, ou hélice, à partir duquel la position ou l'orientation d'un élément peut être défini selon des caractéristiques. Des exemples d'éléments de situation sont donnés dans le Tableau 2.

Tableau 2 — Exemples d'éléments de situation d'éléments idéaux

Classe d'invariance	Type	Exemples d'éléments de situation
complexe	courbe elliptique	plan de l'ellipse, plans de symétrie
	hyperbolique parabolique	plans de symétrie, point tangent

prismatique	prisme avec une base elliptique	plans de symétrie, axe

de révolution	cercle	le plan contenant le cercle, le centre du cercle
	cône	l'axe de symétrie, sommet
	tore	le plan perpendiculaire à l'axe du tore, le centre du tore

hélicoïdale	ligne hélicoïdale	hélice
	surface hélicoïdale à base de développante de cercle	hélice

cylindrique	droite	la droite ^a
	cylindre	l'axe de symétrie ^a
plane	plan	le plan
sphérique	point	le point ^a
	sphère	le centre ^a

^a Aucun autre élément de situation ne peut être choisi, car il en résulterait une classe d'invariance différente pour l'élément considéré.

6.3 Éléments non idéaux

Les éléments non idéaux dépendent totalement du modèle de la surface non idéale («skin modèle»). Ils peuvent être

- le modèle de la surface non idéale («skin modèle») lui-même (voir Figure 5),
- une partie du modèle de la surface non idéale («skin modèle») (éléments appelés éléments issus d'une partition) (voir Figure 11),
- des éléments dérivés issus d'une partition [éléments non inclus dans le modèle de la surface non idéale («skin modèle») mais créés par une opération (voir article 8) appliquée sur une partie du modèle de la surface non idéale («skin modèle»)] (voir Figure 8), ou
- le résultat de l'intersection entre le modèle de la surface non idéale («skin modèle») et un élément idéal.