
**Spécification géométrique des produits
(GPS) — Essai de réception et de
vérification périodique des machines à
mesurer tridimensionnelles (MMT) —**

Partie 6:

**Estimation des erreurs dans le calcul des
éléments associés gaussiens**

*Geometrical Product Specifications (GPS) — Acceptance and reverification
test for coordinate measuring machines (CMM) —*

Part 6: Estimation of errors in computing Gaussian associated features



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 10360-6:2001](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b5650a20-4bf8-403f-85f8-c7052bae00fd/iso-10360-6-2001)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b5650a20-4bf8-403f-85f8-c7052bae00fd/iso-10360-6-2001>

© ISO 2001

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.ch
Web www.iso.ch

Imprimé en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	2
4 Exigences de base	2
5 Ensembles de données de référence et valeurs des paramètres de référence	3
6 Valeurs des paramètres d'essai et valeurs converties des paramètres d'essai	3
7 Unités	4
8 Incertitude numérique	4
9 Application de la méthode d'essai	5
10 Conformité à la spécification	8
11 Certificat d'essai	8
Annexe A (normative) Mode opératoire de génération des ensembles de données de référence	10
Annexe B (informative) Relation avec la matrice GPS	18
Bibliographie	19

iTeh STANDARD PREVIEW
 (standards.iteh.ai)
 ISO 10360-6:2001
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b5650a20-4b1e-403f-85f8-c7052bae00fd/iso-10360-6-2001>

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités 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 3.

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.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments de la présente partie de l'ISO 10360 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 Norme internationale ISO 10360-6 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 213, *Spécifications et vérification dimensionnelles et géométriques des produits*.

L'ISO 10360 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Spécification géométrique des produits (GPS) — Essai de réception et de vérification périodique des machines à mesurer tridimensionnelles (MMT)*:

- [ISO 10360-6:2001](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b5650a20-4bfe-403f-85f8-c7052bae00fd/iso-10360-6-2001)
- *Partie 1: Vocabulaire*
 - *Partie 2: MMT utilisées pour les mesures de tailles*
 - *Partie 3: MMT ayant l'axe de rotation d'un plateau tournant comme quatrième axe*
 - *Partie 4: MMT utilisées en mode de mesure par scanning*
 - *Partie 5: MMT utilisant des systèmes de palpé à stylets multiples*
 - *Partie 6: Estimation des erreurs dans le calcul des éléments associés gaussiens*

L'annexe A constitue un élément normatif de la présente partie de l'ISO 10360. L'annexe B est donnée uniquement à titre d'information.

Introduction

La présente partie de l'ISO 10360 est une norme traitant de la spécification géométrique des produits (GPS) et doit être considérée comme une norme GPS générale (voir l'ISO/TR 14638). Elle influence le maillon 5 des chaînes de normes sur la taille, la distance, le rayon, l'angle, la forme, l'orientation, la position, le battement et les références.

Pour de plus amples informations sur la relation de la présente partie de l'ISO 10360 avec les autres normes et la matrice GPS, voir l'annexe B.

La technologie de mesure par coordonnées est largement utilisée en métrologie industrielle pour évaluer les éléments d'une pièce. Une exigence courante consiste à ajuster un élément associé à un ensemble de données constitué de mesures par coordonnées d'un élément réel. Cet ajustement s'effectue au moyen d'un logiciel.

Le logiciel permettant de calculer un élément associé fournit des valeurs de paramètres de l'élément associé qui décrivent la taille, la forme, la position et l'orientation de l'élément. Ces paramètres sont utiles

- pour réaliser des calculs impliquant l'élément, souvent conjointement à d'autres éléments associés et d'autres informations, et
- pour déterminer jusqu'où une pièce satisfait aux spécifications relatives aux dimensions et à la position.

La fiabilité des informations concernant les éléments qui est déterminée à partir des éléments associés est influencée par la qualité du logiciel permettant de calculer ces éléments.

Les essais définis dans la présente partie de l'ISO 10360 concernent l'évaluation de l'exactitude des paramètres des éléments associés calculés tels que mesurés par une machine à mesurer tridimensionnelle (MMT) ou par un autre système de mesure par coordonnées. Bien que différents critères puissent être utilisés pour calculer les éléments associés, par exemple minimiser la norme résiduelle d'Euclide ou de Chebyshev, cet essai s'applique aux logiciels conçus pour des éléments associés non contraints (moindres carrés).

En cas d'essais de vérification périodique des MMT, l'essai de logiciel de la présente partie de l'ISO 10360 ne fournit habituellement pas d'informations nouvelles ou différentes par rapport à celles obtenues par un essai de réception, car le logiciel est supposé être stable dans le temps. Cependant, un essai de vérification périodique du logiciel soumis à essai peut être utile à la suite d'une corruption ou d'une dégradation possibles.

Pour un logiciel déjà existant, l'évaluation de la performance peut ne pas être obtenue seulement en satisfaisant aux exigences de la présente partie de l'ISO 10360. Toutefois, ces cas n'excluent pas nécessairement la capacité du logiciel à effectuer un calcul correct des mesures.

La présente partie de l'ISO 10360 est applicable à un logiciel soumis à essai en ce qui concerne les valeurs qu'il fournit pour les paramètres d'un élément associé. Le mode opératoire d'essai s'appuie sur l'application du logiciel soumis à essai à un ensemble de données de référence, et sur la comparaison des résultats obtenus avec les résultats de référence.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 10360-6:2001](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b5650a20-4bfe-403f-85f8-c7052bae00fd/iso-10360-6-2001)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b5650a20-4bfe-403f-85f8-c7052bae00fd/iso-10360-6-2001>

Spécification géométrique des produits (GPS) — Essai de réception et de vérification périodique des machines à mesurer tridimensionnelles (MMT) —

Partie 6: Estimation des erreurs dans le calcul des éléments associés gaussiens

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 10360 spécifie une méthode d'essai de logiciels utilisés pour le calcul des éléments associés à partir des mesures par coordonnées. Les éléments concernés sont la ligne (en deux et trois dimensions), le plan, le cercle (en deux et trois dimensions), la sphère, le cylindre, le cône et le tore.

Un ou plusieurs essais séparés sont exigés pour chaque élément que le logiciel prétend couvrir.

L'essai concerne le logiciel seul, et est par conséquent indépendant du système de mesure par coordonnées.

NOTE 1 Si le résultat de l'essai indique que les valeurs de performance pour les paramètres de taille linéaires de l'élément associé sont significatives par rapport à l'erreur d'indication d'une MMT pour les mesures de tailles (voir l'ISO 10360-2), telle que fournie par le fabricant de la MMT, le logiciel n'est pas adapté à une application à ce système de mesure. Toutefois, des valeurs de faible performance, obtenues à l'issue de cet essai, ne donnent pas une assurance complète que le logiciel est totalement adapté au calcul des éléments associés.

La présente partie de l'ISO 10360 concerne les éléments complets et non les éléments extrêmement partiels; toutefois, l'essai pour des éléments complets et celui pour des éléments partiels sont séparés, et le logiciel peut être soumis à l'un ou à l'autre des essais, ou aux deux.

Les cônes ayant un très grand angle au sommet ne sont pas couverts par l'essai.

NOTE 2 Les cônes associés ayant un très grand angle sont inhabituels en pratique, et les logiciels permettant d'obtenir un calcul stable ne sont pas largement diffusés.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de l'ISO 10360. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de l'ISO 10360 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de l'ISO et de la CEI possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

ISO 10360-1:2000, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Essais de réception et de vérification périodique des machines à mesurer tridimensionnelles (MMT) — Partie 1: Vocabulaire*

ISO 10360-6:2001(F)

ISO 10360-2:2001, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Essais de réception et de vérification périodique des machines à mesurer tridimensionnelles (MMT) — Partie 2: MMT utilisées pour les mesures de tailles*

ISO 14253-1:1998, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Vérification par la mesure des pièces et des équipements de mesure — Partie 1: Règles de décision pour prouver la conformité ou la non-conformité à la spécification*

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

ISO 14660-2:1999, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Éléments géométriques — Partie 2: Ligne médiane extraite d'un cylindre et d'un cône, surface médiane extraite, taille locale d'un élément extrait*

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 de la présente partie de l'ISO 10360, les termes et définitions donnés dans l'ISO 10360-1, l'ISO 14660-1, l'ISO 14660-2 et le VIM s'appliquent.

4 Exigences de base iTeh STANDARD PREVIEW

Les exigences de base suivantes doivent être satisfaites par le fournisseur du logiciel.

- a) Le logiciel soumis à essai doit avoir une identification unique et non ambiguë (par exemple un numéro de version).

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b5650a20-4bfe-403f-85f8-c7052bae9061/iso-10360-6-2001>

Des applications incorrectes des résultats d'essai à d'autres versions du logiciel soumis à essai sont interdites. L'organisme d'essai est autorisé à satisfaire l'exigence par une propriété (une licence) du logiciel soumis à essai et de son certificat d'essai, et à refaire l'essai avec l'ensemble des données de référence identifié par le numéro de version indiqué dans le certificat d'essai.

- b) Le logiciel soumis à essai doit fournir des moyens

- 1) d'entrée directe d'un ensemble de données de référence et de sortie des valeurs de paramètres d'essai avec une précision numérique adéquate (voir article 8), qui contourne les parties du système concernant la mesure et la correction du logiciel, et
- 2) d'entrée de coordonnées bidimensionnelles (2D) dans le logiciel soumis à essai pour calculer des éléments associés bidimensionnels (ligne et cercle en deux dimensions); si cela n'est pas disponible, il est permis d'ajouter une coordonnée z nulle factice à chaque point des ensembles de données de référence; l'élément est alors projeté dans le plan de coordonnées xy .

NOTE 1 Les procédures d'entrée et de sortie associées à certains systèmes de mesure peuvent être limitées en termes de précision numérique des valeurs transmises. Cette limite peut désavantager le logiciel soumis à essai en termes de résultats d'essai obtenus.

- c) Les méthodes d'entrée et de sortie du processeur doivent être déterminées en accord avec l'organisme d'essai.

NOTE 2 Il peut être pratique d'utiliser un support standard lisible par un ordinateur dans un format standard (par exemple ASCII sur une disquette de 3,5").

- d) Une déclaration de la paramétrisation de l'élément utilisé par le logiciel soumis à essai, correspondant à chaque élément pour lequel le logiciel doit être essayé, doit être fournie.

NOTE 3 Les paramétrisations de référence sont données dans le Tableau 3.

- e) Une déclaration des erreurs maximales tolérées, MPE_q , des catégories de paramètres appropriées (voir 9.3), correspondant à chaque élément pour lequel le logiciel doit être essayé et à l'essai de type (voir Tableau 2), doit être fournie.

5 Ensembles de données de référence et valeurs des paramètres de référence

5.1 Généralités

Les ensembles de données de référence et les valeurs correspondantes des paramètres de référence utilisés pour les besoins de l'essai du logiciel doivent être générés selon le mode opératoire spécifié dans l'annexe A. Les ensembles de données de référence sont conçus pour simuler une gamme de tailles, de formes, de positions, d'orientations et d'échantillonnage d'éléments. Ils sont également conçus pour simuler des erreurs de mesure typiques des MMT, y compris les erreurs de palpage et les écarts de forme des éléments.

Les ensembles de données de référence et les valeurs de paramètres de référence générés selon l'annexe A doivent être utilisés une seule fois pour la vérification de tout logiciel soumis à essai (voir article A.1).

5.2 Estimations initiales des valeurs des paramètres

Un logiciel soumis à essai peut exiger qu'un sous-ensemble des points d'entrée du logiciel, habituellement les premiers de l'ensemble, ait un maillage d'échantillonnage prédéfini. Ce sous-ensemble est utilisé pour déterminer les estimations initiales des valeurs des paramètres. Lorsque cette exigence est indiquée dans la notice d'utilisation du logiciel soumis à essai, et sur demande du fournisseur de logiciels, l'organisme d'essai doit générer des points supplémentaires cohérents avec le maillage d'échantillonnage prédéfini. Ces points supplémentaires forment le sous-ensemble ajouté aux données générées selon l'annexe A pour constituer un ensemble de données de référence. Ces éléments doivent être notés dans le certificat d'essai [voir article 11, e)].

NOTE 1 Les logiciels soumis à essai utilisent généralement des méthodes de calcul itératives pour déterminer les valeurs des paramètres de l'élément associé. À cette fin, l'identification d'un sous-ensemble de points peut être exigée, à partir de laquelle des estimations initiales de ces valeurs peuvent être calculées.

NOTE 2 Un cylindre associé gaussien peut servir à l'illustration: les six premiers points dans un ensemble de données de référence peuvent être identifiés comme un sous-ensemble à des fins d'estimation initiale. Par exemple, la ligne reliant les centres des cercles définis par les trois premiers points et les trois points suivants peut servir d'approximation à l'axe du cylindre associé, et les rayons de ces cercles peuvent servir d'approximations au rayon du cylindre associé.

NOTE 3 Un logiciel soumis à essai qui n'exige pas d'estimations initiales des valeurs des paramètres est plus robuste, dans la mesure où il est autonome, et n'impose pas une procédure d'exploitation pour mesurer des éléments réels.

6 Valeurs des paramètres d'essai et valeurs converties des paramètres d'essai

Dans la mesure où différents fournisseurs de logiciels peuvent utiliser des paramétrisations différentes, pour les besoins de l'essai, les valeurs des paramètres d'essai produites par le logiciel soumis à essai doivent être modifiées, si nécessaire, en appliquant une règle de conversion pour produire des valeurs converties de paramètres d'essai. Les valeurs converties des paramètres d'essai obtenues de cette façon correspondent à la même paramétrisation que les valeurs des paramètres de référence, et peuvent leur être comparées de façon valable.

À cette fin, le fournisseur du logiciel doit fournir des détails complets sur la paramétrisation d'essai.

Si nécessaire, l'organisme d'essai met en œuvre et applique la règle de conversion appropriée.

Il est recommandé que le fournisseur du logiciel fournisse des valeurs des paramètres d'essai avec une résolution numérique adéquate (voir article 8), afin que l'incertitude ne soit pas inutilement perdue lors de la production de valeurs converties de paramètres d'essai.

Le logiciel soumis à essai peut échouer à produire des résultats pour certains ensembles de données de référence.

NOTE Un tel échec peut être dû, par exemple, aux faits suivants:

- a) le logiciel soumis à essai indiquant que l'ensemble de données ne peut être traité parce qu'il va au-delà de son domaine d'application (par exemple il comporte trop de points de données ou les points de données sont répartis de façon impropre), ou
- b) un manque de convergence d'un algorithme itératif, ou
- c) une erreur fatale qui s'est produite pendant l'exécution du logiciel (par exemple un dépassement de virgule flottante ou une tentative de prendre la racine carrée d'un nombre négatif).

7 Unités

Les unités spécifiées dans le Tableau 1 doivent être utilisées.

Tableau 1 — Unités

	Ensembles de données de référence	Valeurs des paramètres de référence
Coordonnées de points	millimètres	—
Paramètres de position	ISO 10360-6:2001	millimètres
Paramètres de taille	—	millimètres
Paramètres d'angles	—	radians
Paramètres d'orientation	—	(sans dimension) ^a
Les sous-multiples, par exemple les micromètres et les microradians, peuvent être utilisés sur le certificat d'essai pour indiquer des différences entre les valeurs converties des paramètres d'essai et les valeurs correspondantes des paramètres de référence et leurs incertitudes.		
^a Les paramètres d'orientation sont exprimés en cosinus directeur.		

8 Incertitude numérique

Il est de la responsabilité de l'organisme d'essai d'évaluer toute incertitude numérique due à un nombre fini de chiffres utilisés pour transférer l'information et pour représenter des valeurs numériques sous forme de calcul. Cette incertitude numérique doit être incluse dans la déclaration d'incertitude consignée dans le certificat d'essai (voir article 10).

NOTE 1 L'information transférée inclut les coordonnées des points dans les ensembles de données de référence et les valeurs des paramètres de référence (maîtrisées par l'organisme d'essai), ainsi que les valeurs des paramètres d'essai (soumises par le fournisseur du logiciel).

NOTE 2 La représentation sous forme de calcul affecte le calcul des valeurs des paramètres de référence à partir des ensembles de données de référence (dans le cas du logiciel de référence, voir Figure 2), ou des ensembles de données de référence à partir des valeurs des paramètres de référence (dans le cas des générateurs de données, voir Figure 3), en appliquant des règles de conversion et en calculant des valeurs q [voir 9.3, d)].

NOTE 3 L'incertitude numérique dépend également de la façon dont un élément gaussien associé est défini par un ensemble de données de référence ou, de façon équivalente, de la condition numérique du problème d'ajustement (une mesure de la perturbation dans les valeurs de paramètres par rapport à un petit changement dans les valeurs des coordonnées dans

l'ensemble de données de référence). La condition est influencée par le type d'élément, par le nombre et la position des points dans l'ensemble de données de référence.

NOTE 4 L'incertitude numérique peut être estimée par simulation si une évaluation analytique n'est pas directe.

En fonction de la façon dont l'information est produite, l'organisme d'essai peut considérer comme exact soit les ensembles de données de référence, soit les valeurs des paramètres de référence, à condition que l'incertitude appropriée soit déterminée dans l'autre.

9 Application de la méthode d'essai

9.1 Principe

Le principe sous-jacent de la méthode d'essai consiste à comparer des valeurs converties de paramètres d'essai à des valeurs de paramètres de référence (voir Figure 1). Les valeurs converties des paramètres d'essai sont obtenues en appliquant le logiciel soumis à essai aux ensembles de données de référence pour obtenir les valeurs des paramètres d'essai, et en appliquant une règle de conversion à ces valeurs de paramètres d'essai. Chaque ensemble de données de référence et les valeurs correspondantes des paramètres de référence sont considérés comme une paire de référence pour l'essai.

NOTE 1 L'organisme d'essai fournit des paires de référence en utilisant, par exemple un logiciel de référence ou un générateur de données, comme illustré aux Figures 2 et 3.

Différents logiciels soumis à essai peuvent être destinés, et régulièrement utilisés, pour des applications différentes (par exemple pour calculer des éléments complets ou partiels), ou avec des points de mesure affectés par un bruit faible ou important et/ou des écarts de forme. Pour adapter l'essai en conséquence, quatre types d'essais sont possibles, comme résumé dans le Tableau 2; les essais simplifiés sont des sous-ensembles des essais normaux correspondants, et sont destinés à des logiciels qui ne sont pas conçus pour des applications rigoureuses. Le fournisseur du logiciel peut choisir le ou les essais au(x)quel(s) le logiciel soumis à essai sera soumis; le ou les essai(s) choisi(s) doit (doivent) être consigné(s) dans le certificat.

NOTE 2 Dans la mesure où aucun élément partiel ne peut être défini pour des lignes en deux et trois dimensions et pour des plans, les essais ne sont pas disponibles pour ces éléments dans les types d'essais suivants: élément partiel, essai simplifié; élément partiel, essai normal.

Un essai séparé doit être réalisé pour chaque élément et pour chaque type d'essai (voir Tableau 2).

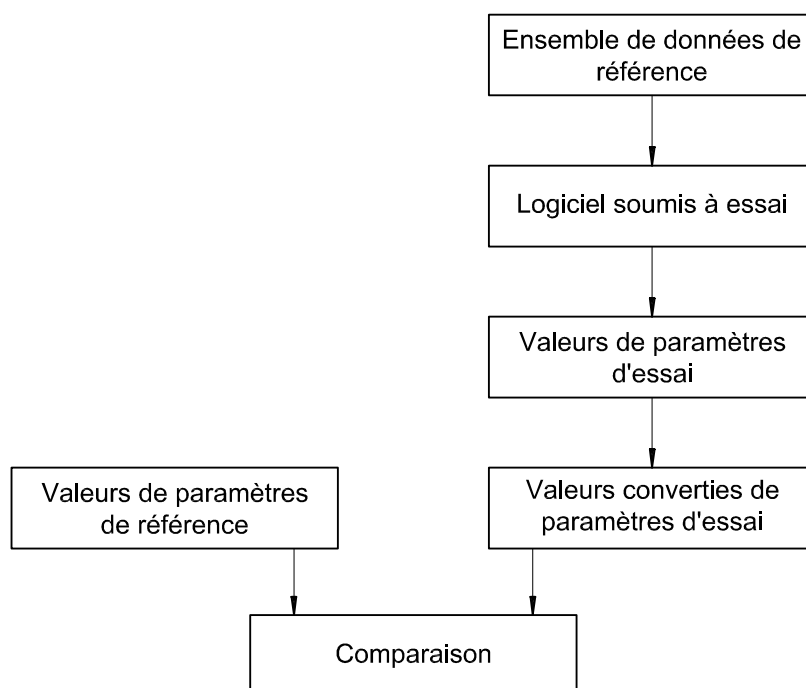


Figure 1 — Principe de la méthode d'essai